electronia + radio + tv

Receptores de frecuencia modulada

ediciones AFHA

lectronia + radio + tv

método especialmente ideado para aprender por sí mismo

electronia + radio + tv

tomo VI

receptores de frecuencia modulada

AFHA

el método de

electronia+radio+tv

comprende los siguientes títulos:

Tomo I	**Teoría y montajes iniciales**
Tomo II	**Válvulas de vacío. Electrometría teórico-práctica**
Tomo III	**Detectores. Osciladores. Amplificadores**
Tomo IV	**Amplificadores B.F. Altavoces. Válvulas amplificadoras**
Tomo V	**El superheterodino de AM**
Tomo VI	**Receptores de frecuencia modulada**
Tomo VII	**Transistores**
Tomo VIII	**Alta fidelidad**
Tomo IX	**Instrumentos de medida**
Tomo X	**Televisión (I)**
Tomo XI	**Televisión (II)**
Tomo XII	**Televisión (III)**

© AFHA Internacional, S.A.
c/. Maestro Nicolau, 4 Barcelona (21)
Vigésimotercera edición: Primer trimestre 1980
Depósito legal: B. 31.952-1978 (VI)
ISBN: 84-201-0274-1 Obra completa
ISBN: 84-201-0338-1 Tomo 6
Impreso en España
Printed in Spain
Impreso por EMOGRAPH, S.A.
Almirante Oquendo, 1-9 Barcelona (20)

prólogo

No es de ahora que la frecuencia modulada se ha incorporado al mundo de la radio como sistema de emisión; pero su difusión a escala nacional es mucho más reciente. De ahí que la industria no haya incorporado la banda de F.M. a los receptores que produce más que en aquellos casos en los que pretendía lanzar al mercado un modelo de lujo. Hasta hace muy poco la escasez de receptores con F.M. era evidente y, en consecuencia, pocas eran también la veces que el técnico se veía obligado a trabajar sobre circuitos de esta especie.

La frecuencia modulada se ha tenido por mucho tiempo como una posibilidad, técnicamente resuelta, pero con pocas posibilidades de explotación.

Sin embargo, la situación ha cambiado totalmente. Son cada día más numerosas las estaciones que emiten parte de su programación por modulación de frecuencia que, sobre todo para emisiones de corto alcance, ofrece ventajas indiscutibles. Tanto es así que ya en algunos países se obliga (o por lo menos se recomienda) a los fabricantes a que todos sus receptores lleven incorporada la banda de F.M.

Lo que para el técnico era una necesidad muy relativa, es ahora una necesidad imperiosa: Conocer a fondo los secretos de la radiorrecepción en F. M.

Este es el objetivo de este libro: proporcionar a quien domina la recepción en A.M. los conocimientos específicos que atañen a la modulación de frecuencia. Ello a través de seis lecciones en las que lo descriptivo, lo experimental y lo práctico se suceden con un orden lógico que facilita extraordinariamente la asimilación de las ideas.

Se pretende que las enseñanzas de este libro sean *suficientes*, lo cual quiere decir que el nivel teórico alcanzado y el conocimiento práctico que supone su aplicación, corresponden a lo que en Europa es exigible a quien se titula *teórico en radio*.

Estamos seguros de haber conseguido un método único, que puede interesar al científico, pero que está pensado para todos los que se interesan por la radio, profesionales y aficionados. Sujetos a un estricto criterio científico que los hace plenamente aceptables para quien posee una base matemática, los distintos fenómenos propios de la F.M. se ponen al alcance del profesional de la radio de una forma racional, eminentemente descriptiva (con el apoyo de ejemplos concretos casi siempre) y exenta de demostración matemática.

La descripción literaria cuenta con el apoyo de gran número de ábacos que le dan su exacto valor, amén de la gran profusión de ilustraciones fotográficas o simbólicas que concretan en imágenes lo que la imaginación difícilmente arrancaría del mundo de lo abstracto.

Por su concepción y por su contenido, ésta es una obra monográfica llamada a interesar no sólo al que desconoce la modulación de frecuencia, sino también a muchos que aun trabajando profesionalmente en ella, no han tenido ocasión de ampliar unos conocimientos que por intuitivos son a todas luces insuficientes para escalar una posición técnica superior.

índice

Lección 32 - página 1

FRECUENCIA MODULADA. Modulación de amplitud y modulación de frecuencia. Primeras observaciones. Grado de modulación en A.M. y F.M. Un sencillo emisor de F.M. Un receptor elemental de F.M. El discriminador. El circuito resonante actúa de discriminador. Las interferencias en modulación de amplitud y en modulación de frecuencia. Ruidos. Interferencia de portadoras. La modulación de frecuencia en banda estrecha. Las bandas laterales en F.M. Modulación de frecuencia en banda ancha. Una notable ventaja de los emisores de F.M. Los modernos receptores de F.M.

Lección 33 - página 25

FRECUENCIA MODULADA. Nuevos bloques funcionales. Limitadores. Limitador con diodos polarizados. Comportamiento por tensiones positivas a la entrada. Comportamiento con tensiones negativas a la entrada. Limitador con diodos de cristal no polarizados. Limitador por saturación. Limitadores de umbral variable. Una cuestión fundamental. Ajuste automático del umbral. Consideraciones finales.

Lección 34 - página 49

FRECUENCIA MODULADA. Detectores de F.M. Inconvenientes del detector elemental de F.M. El detector de sintonía escalonada. El detector de fase. Variantes del montaje de principio. Particularidades constructivas. El detector de relación. Un montaje para receptores mixtos. Otros tipos de detector de F.M. Desacentuación.

Lección 35 - página 73

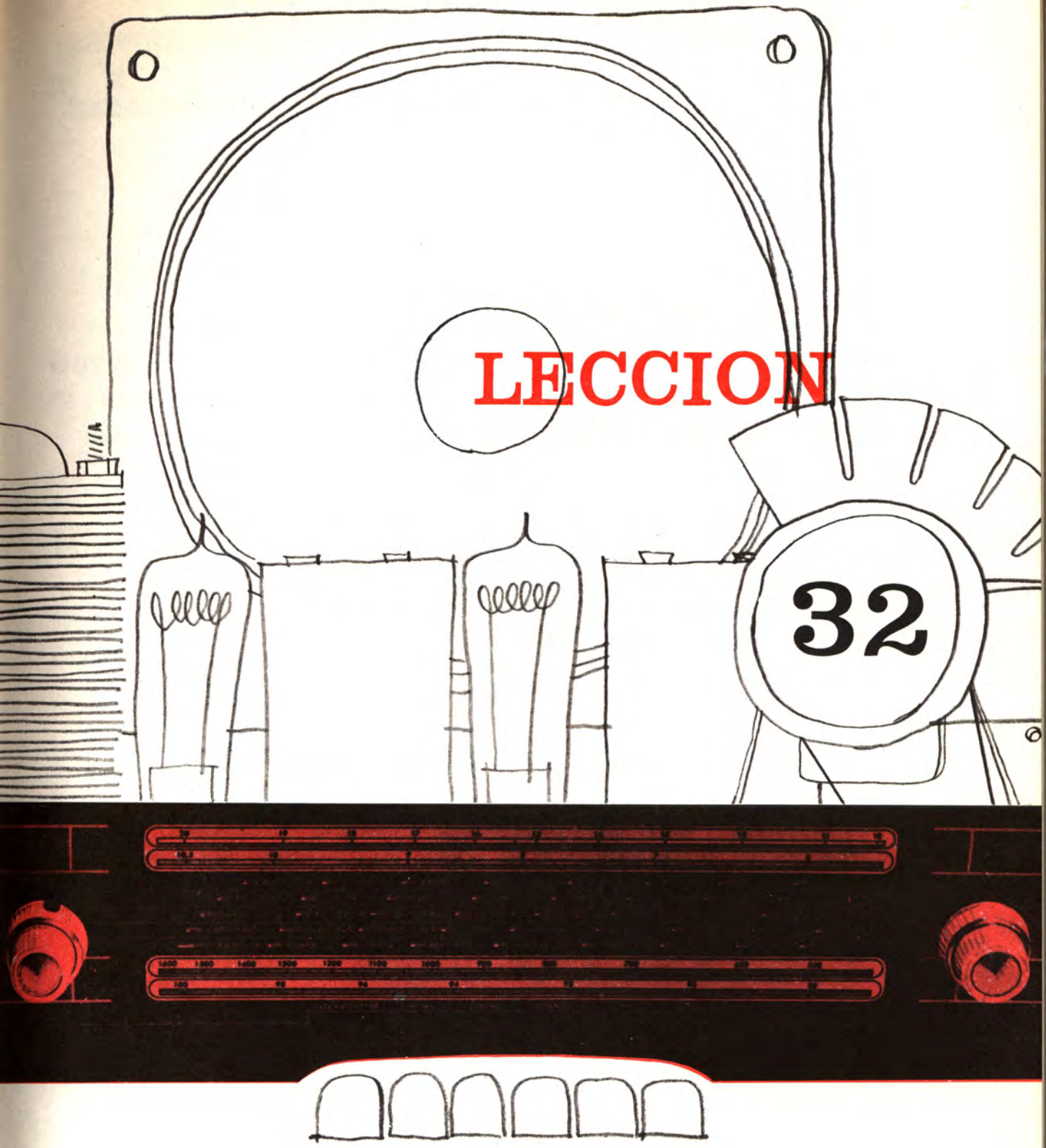
FRECUENCIA MODULADA. Introducción. El amplificador de F.I. en los receptores de F.M. La selectividad. Cómo se consigue el ancho de banda necesario. La estabilidad. Realimentación a través de la línea de filamentos. Realimentación a través del campo magnético creado por los transformadores de F.I. Realimentación a través de las capacidades parásitas de las válvulas. Neutralización de los pasos amplificadores. Neutralización en los pasos equipados con triodo. Neutralización en los pasos equipados con pentodo. Precauciones al utilizar C.A.S. Una advertencia. El ruido interno. Descripción de un sintonizador típico para F.M. El amplificador de A.F. El oscilador mezclador. Algunos detalles de interés.

Lección 36 - página 95

FRECUENCIA MODULADA. Receptores mixtos A.M. — F.M. Receptores mixtos con el amplificador de B.F. común. Receptores con las secciones de B.F. y F.I. comunes. El mando de sintonía en los receptores mixtos. Descripción de dos prototipos de receptores mixtos. Análisis del modelo A. La tecla Fono. La tecla N. Las teclas CI y CII. La tecla INT. El sintonizador de F.M. La EBF80. El indicador de sintonía. El amplificador de B.F. La fuente de alimentación. El mueble. Descripción del modelo B. El conmutador. La fuente de alimentación. El amplificador de B.F. Otros detalles. El mueble.

Lección 37 - página 117

FRECUENCIA MODULADA. Receptores universales. Adaptadores para F.M. Antenas para F.M. La antena puede considerarse como un generador. El dipolo simple. El dipolo delgado. Dipolo doblemente plegado. Antenas con elementos parásitos. Acoplamiento entre la antena y receptor. La línea de transmisión. Antenas interiores.



Modulación de frecuencia
Primeras observaciones
Grado de modulación
Modulación en banda estrecha
y banda ancha

Modulación de amplitud y de frecuencia. Conceptos fundamentales. Ventajas e inconvenientes

MODULACION DE AMPLITUD Y MODULACION DE FRECUENCIA

¡Receptores con FM!

Parece que con estas palabras se otorga un título de nobleza a un radio receptor; por lo menos, se considera que el solo hecho de que un receptor de radio pueda sintonizar emisoras de FM es, de por sí, una garantía de calidad.

Actualmente es usual que la gente considere las siglas FM como sinónimo de pureza y calidad en la recepción.

Pues bien; ésta es la primera lección de una serie de seis, dedicadas exclusivamente al estudio de los receptores de FM. Aquí empieza un nuevo tema que ningún radiotécnico puede ignorar.

En la lección 13 de nuestro Método se dijo que la *modulación de amplitud* no era el único sistema de conseguir la transmisión de señales por medio de ondas electromagnéticas de alta frecuencia. Allí se dejó entrever que, en realidad, existen varios sistemas para conseguir esta transmisión. Los más utilizados, empero, son el mencionado (modulación de amplitud) y el que va a ser inmediato motivo de este estudio: la MODULACIÓN DE FRECUENCIA.

Toda onda electromagnética está determinada por dos magnitudes que le son propias: su *amplitud* y su *frecuencia*. Si la modulación de amplitud consiste, como ya sabemos, en hacer variar la amplitud de la portadora de acuerdo con las señales de B.F. que se pretende transmitir, resulta lógico pensar que la modulación de frecuencia consistirá en lo que indica su nombre: hacer variar la frecuencia de la portadora de acuerdo con las señales de B.F. que vayan a transmitirse.

Ciertamente, así es; y con el único fin de centrar ideas, vamos a pisar desde ahora terreno firme, precisando estos conceptos.

LA MODULACIÓN DE AMPLITUD CONSISTE EN VARIAR LA AMPLITUD DE LA PORTADORA PROPORCIONALMENTE A LA AMPLITUD INSTANTÁNEA DE LA SEÑAL MODULADORA, CON TOTAL INDEPENDENCIA DE SU FRECUENCIA.

LA MODULACIÓN DE FRECUENCIA CONSISTE EN VARIAR LA FRECUENCIA DE LA PORTADORA PROPORCIONALMENTE A LA AMPLITUD DE LA SEÑAL MODULADORA, INDEPENDIENTEMENTE DE SU FRECUENCIA.

PRIMERAS OBSERVACIONES

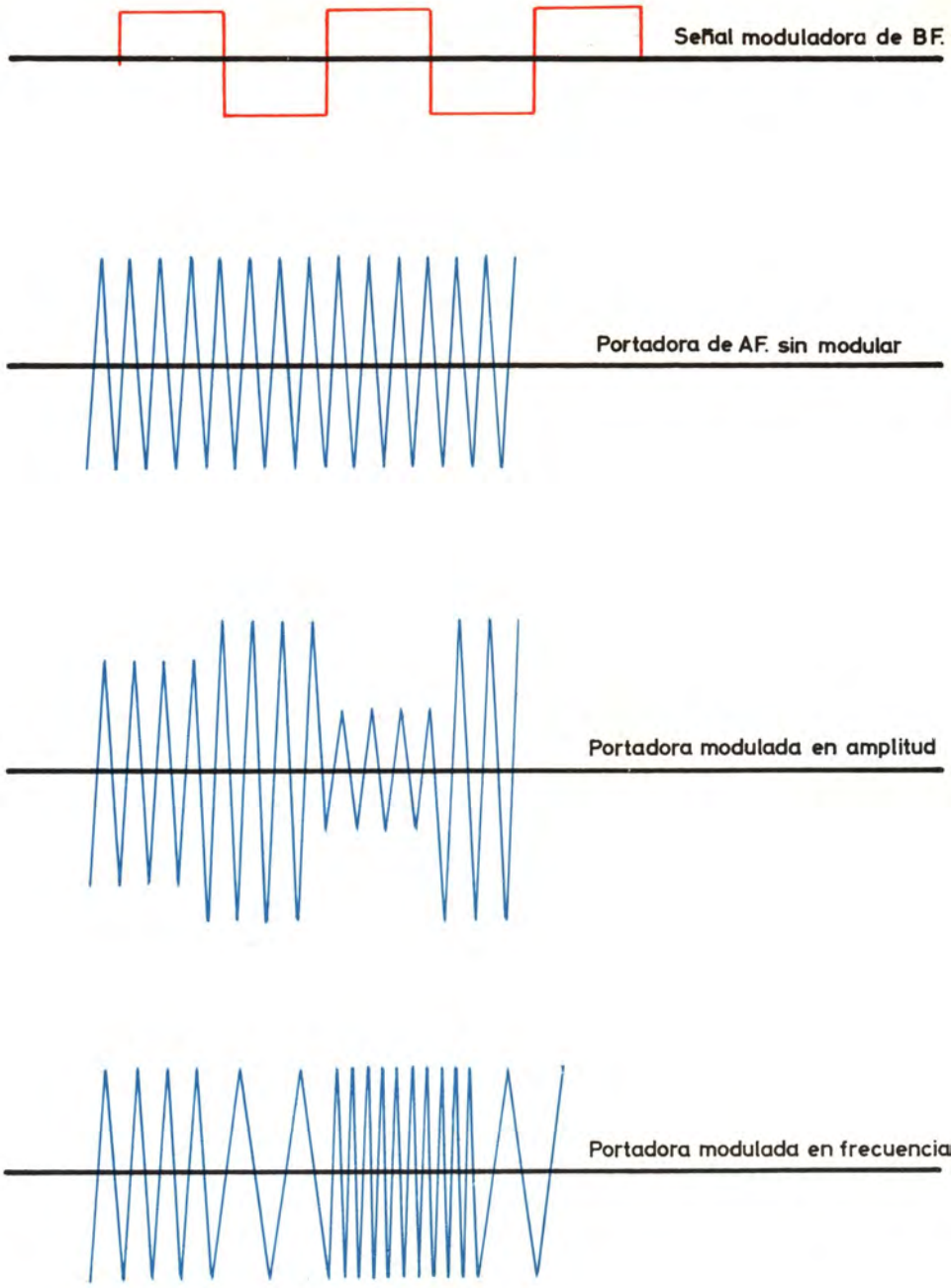
Ante todo nos llama la atención la semejanza literal de las dos definiciones. Observe que excepto en las palabras amplitud y frecuencia ambas definiciones coinciden punto por punto; es especialmente interesante advertir que, de acuerdo con el último párrafo, en los dos casos la cuantía de las variaciones de la amplitud o frecuencia que experimenta la portadora depende de la amplitud de la señal moduladora y *no de su frecuencia*.

Vea nuestro primer gráfico:

En él aparecen las características de una portadora modulada en amplitud; y luego, modulada en frecuencia.

Para mayor claridad hemos supuesto que la señal moduladora es rectangular.

En el primer caso (modulada en amplitud) la portadora se hace más o menos amplia, o sea, varía en amplitud según el valor de la señal moduladora, en cada instante considerado, oscilando siempre alrededor de un valor medio que corresponde a la amplitud de la señal portadora sin modular.



He aquí las características comparadas de una onda modulada en amplitud y una modulada en frecuencia. En la parte superior se han representado la portadora sin modular y la señal de B.F., que para mayor claridad se ha puesto en este caso rectangular. En la parte inferior aparece en primer lugar la portadora modulada en amplitud por esa señal rectangular y a continuación la portadora modulada en frecuencia.

En el caso de la modulación de frecuencia la magnitud variable es la frecuencia de la portadora, de tal forma que, por ejemplo, se hace menor cuando la señal moduladora adquiere valores positivos, y aumenta cuando adquiere valores negativos.

GRADO DE MODULACION EN AM Y EN FM

Una cosa es evidente; a un aumento de la amplitud de la señal moduladora corresponden también variaciones que aumentan la amplitud de la portadora. Eso, claro, en el caso de tratarse de una señal modulada en amplitud.

Pero no es menos evidente que para obtener un correcto funcionamiento tales variaciones nunca pueden alcanzar una amplitud mayor que la de la propia portadora.

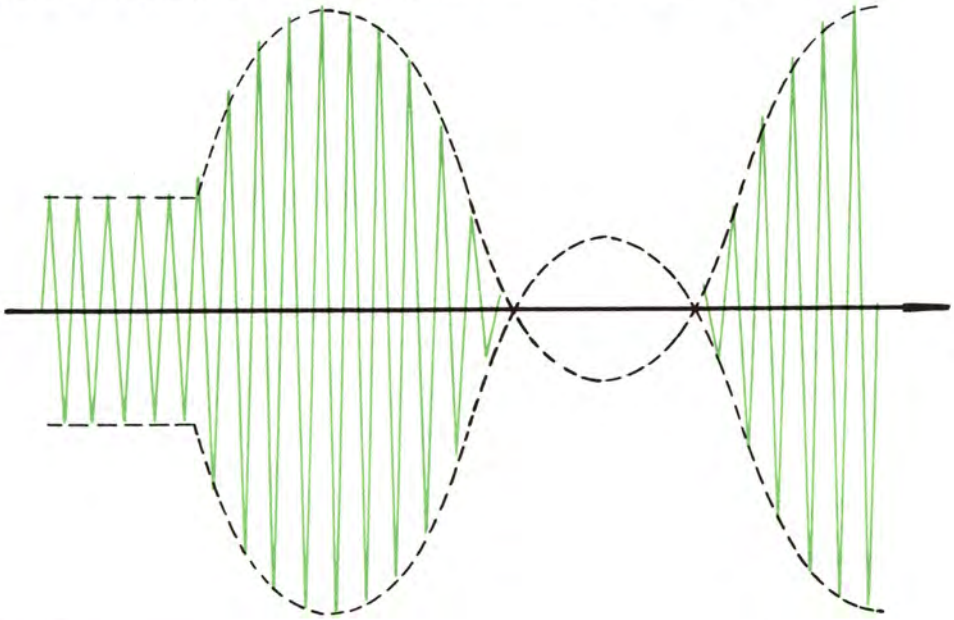
Compruebe en el gráfico que sigue que esta anomalía tendría como consecuencia que las señales una vez detectadas no corresponderían a las señales que originalmente se pretenden transmitir. Cuando se da esta circunstancia en un transmisor de AM se dice que hay *sobremodulación*.

Para proporcionar una idea de la relación que existe entre las variaciones de amplitud ocasionadas por la modulación y la amplitud que tiene la señal portadora se recurre a una relación aritmética que se llama GRADO O ÍNDICE DE MODULACIÓN.

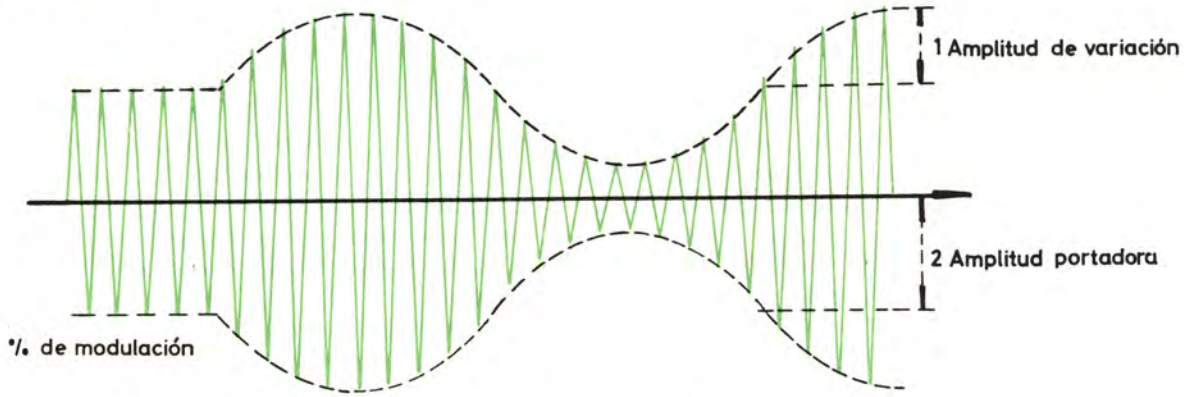
El índice de modulación se expresa por la siguiente fórmula:

$$\text{Indice de modulación} = \frac{\text{Amplitud de las variaciones}}{\text{Amplitud de la portadora}}$$

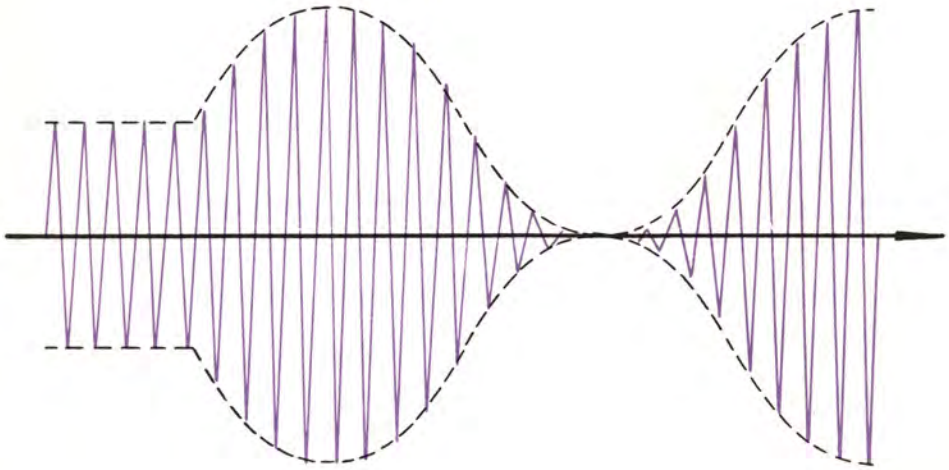
Cuando no hay sobremodulación el índice que acabamos de definir es siempre menor que la unidad, o como máximo igual a uno. Es frecuente que se prefiera dar el índice de modulación en tanto por ciento, en cuyo caso la relación anterior se multiplica por cien.



Sobremodulación en AM.



Definición del grado de modulación en tanto por ciento. La portadora de la figura está modulada al 50 %.



Portadora modulada al cien por cien.

Es decir: cuando las variaciones tienen igual amplitud que la señal portadora, la modulación es del cien por cien, grado máximo de modulación con que puede trabajar un emisor de AM.

De la misma forma que existe un índice de modulación en AM, será posible definir otro índice de modulación en FM, que será el cociente entre la máxima variación de frecuencia que experimenta la portadora (lo que en lenguaje técnico se llama la *excursión de frecuencia*) y la frecuencia propia de la portadora no modulada. Es decir:

$$\text{Indice de modulación en FM} = \frac{\text{Excursión de frecuencia}}{\text{Frecuencia de la portadora}}$$

Concretemos con un ejemplo:

Si la frecuencia de la portadora no modulada es de 10 Mc/s = 10.000 Kc/s, *y* al producirse la modulación varía de tal forma que en los picos de la señal moduladora disminuye en 10 Kc/s y en los picos positivos aumenta en 10 Kc/s, diremos que la excursión de frecuencia es de ± 10 Kc/s; y en consecuencia que el índice de modulación es:

$$\text{Indice de modulación en FM} = \frac{10}{10.000} = 0'001$$

Hacemos constar que en frecuencia modulada el índice de modulación es un dato de importancia muy relativa, y que en la práctica el dato más característico y más utilizado es la excursión máxima de frecuencia con que trabaja la emisora. Todas las emisoras comerciales de FM trabajan con excursiones máximas de frecuencia de 75 Kc/s.

Tenga muy en cuenta que esta máxima excursión de frecuencia sólo tiene lugar para las señales de B.F. más potentes; es decir, para las señales que modularían la portadora en un cien por cien si la modulación fuese de amplitud. Se comprende que para señales más débiles la excursión de frecuencia será proporcionalmente menor.

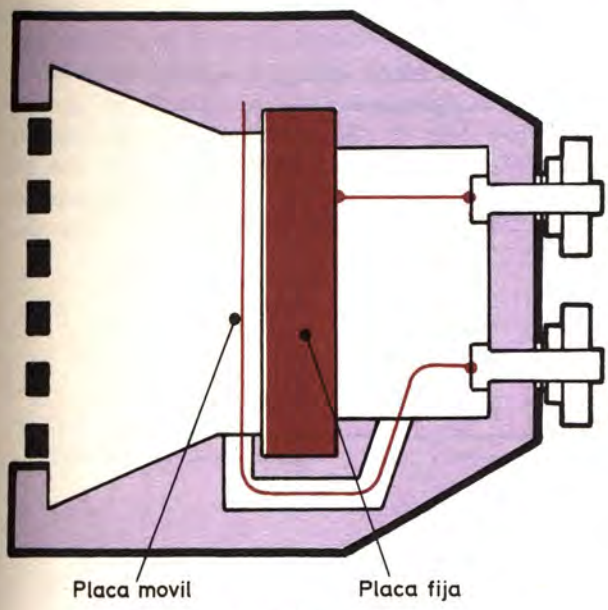
UN SENCILLO EMISOR DE FM

Hemos dicho en qué consiste la modulación de frecuencia; como es lógico, este conocimiento ha despertado en usted la curiosidad por saber cómo puede llevarse a cabo dicho sistema de modulación. Es decir: ¿cómo se consigue que las ondas de B.F. o los sonidos modifiquen la frecuencia de la onda portadora?

En principio se trata de algo extremadamente sencillo:

Los emisores de FM, exactamente igual que los de AM, tienen como parte fundamental un oscilador encargado de generar la señal portadora, cuya frecuencia de funcionamiento está determinada por un circuito oscilante. El valor de esta

frecuencia, como usted ya sabe, puede modificarse a voluntad, sea variando la capacidad o la autoinducción del circuito resonante. Lo más corriente es que dicha variación de frecuencia se consiga utilizando un condensador de capacidad variable.



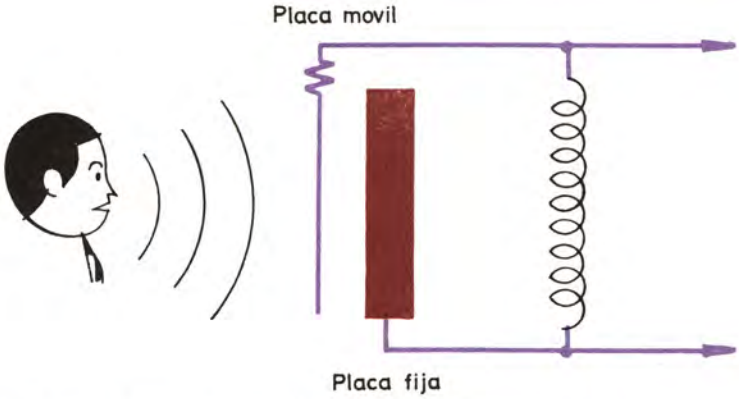
Micrófono de capacidad.

Ahora, por favor, preste atención y lea despacio los párrafos que siguen:

Para pasar del telégrafo al teléfono, ¿qué se hizo? Sencillamente, se sustituyó el pulsador manual del telégrafo por un micrófono de carbón. (Recuerde las primeras lecciones de nuestro Tratado.)

Pues bien; para evitar la variación manual de la capacidad de un circuito resonante (podemos comparar el condensador variable con el pulsador del telégrafo), podremos sustituirlo por un *micrófono de capacidad,* que proporciona de una forma automática las variaciones de capacidad del circuito resonante.

Un micrófono de capacidad, en síntesis, no es otra cosa que un condensador, una de cuyas armaduras es fija; la otra, por ser extremadamente delgada, puede vibrar con el simple impulso de las ondas sonoras. Las vibraciones hacen que la placa móvil se acerque o aleje de la armadura fija, con lo cual el condensador experimentará variaciones de capacidad del mismo ritmo con que se producen los impulsos debidos a las ondas sonoras.



Si se sustituye el condensador de un circuito resonante por un micrófono de capacidad, su frecuencia de resonancia puede ser alterada por los sonidos

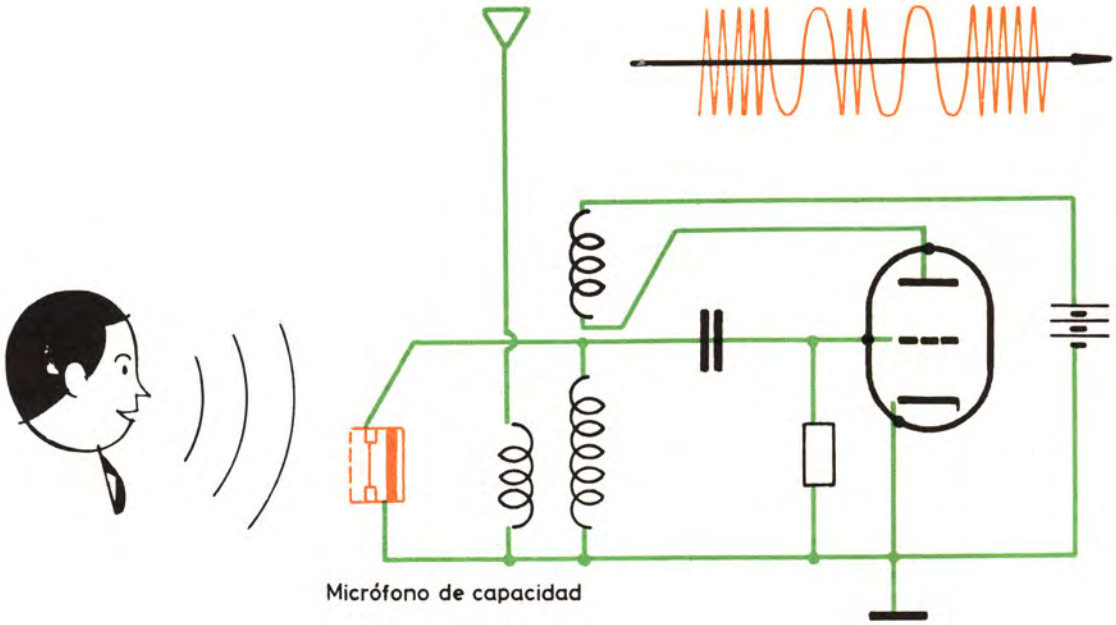
Es evidente que si sustituimos el condensador variable del circuito resonante del oscilador de nuestro rudimentario emisor de FM por un micrófono de capacidad, los sonidos que se produzcan ante él harán que la frecuencia de la portadora varíe de acuerdo con las alteraciones que se produzcan en la capacidad del micrófono. La portadora, pues, estará modulada en frecuencia.

Observe que con mayor intensidad de los sonidos producidos se produce mayor desplazamiento de la armadura móvil del micrófono, que corresponde a una mayor variación de su capacidad; en consecuencia, mayor será la excursión de frecuencia efectuada por la señal portadora.

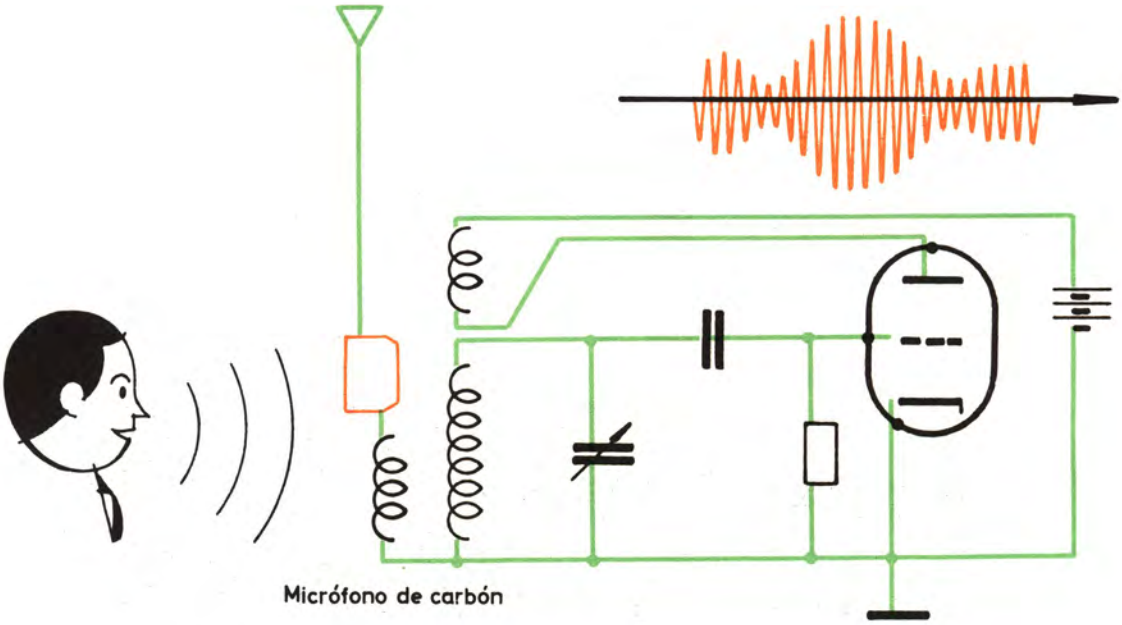
Añadimos unas figuras, en las que aparece el esquema de un emisor elemental modulado en frecuencia, donde puede ver que básicamente no es otra cosa que un oscilador sintonizado en rejilla, el condensador variable del cual se ha sustituido por ún micrófono de capacidad.

Dibujamos también el esquema de un emisor elemental modulado en AM, el que fue descrito en la lección 14. Compare ambos esquemas.

Sería pueril pensar que estos dos esquemas resumen la complejidad de las emisoras moduladas en frecuencia o en amplitud que utilizan las estaciones de radiodifusión. Estamos muy lejos de la enorme complicación que encierran las actuales



Esquema elemental de un emisor modulado en frecuencia.



Esquema elemental de un emisor modulado en amplitud.

emisoras. A medida que van perfeccionándose los montajes las soluciones difieren en uno y otro sistema, por lo cual también sería erróneo pensar que la semejanza entre los dos esquemas fundamentales que acaba de ver se mantiene en la realidad.

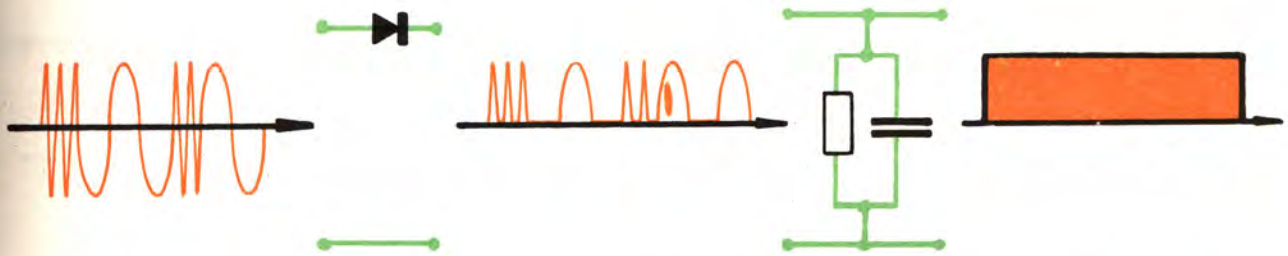
UN RECEPTOR ELEMENTAL DE FM

Puesto que hemos dado el esquema del emisor elemental de FM, es lógico que cerremos el ciclo emisión-propagación-recepción de señales moduladas en FM dando a conocer el sistema fundamental para la detección de estas señales.

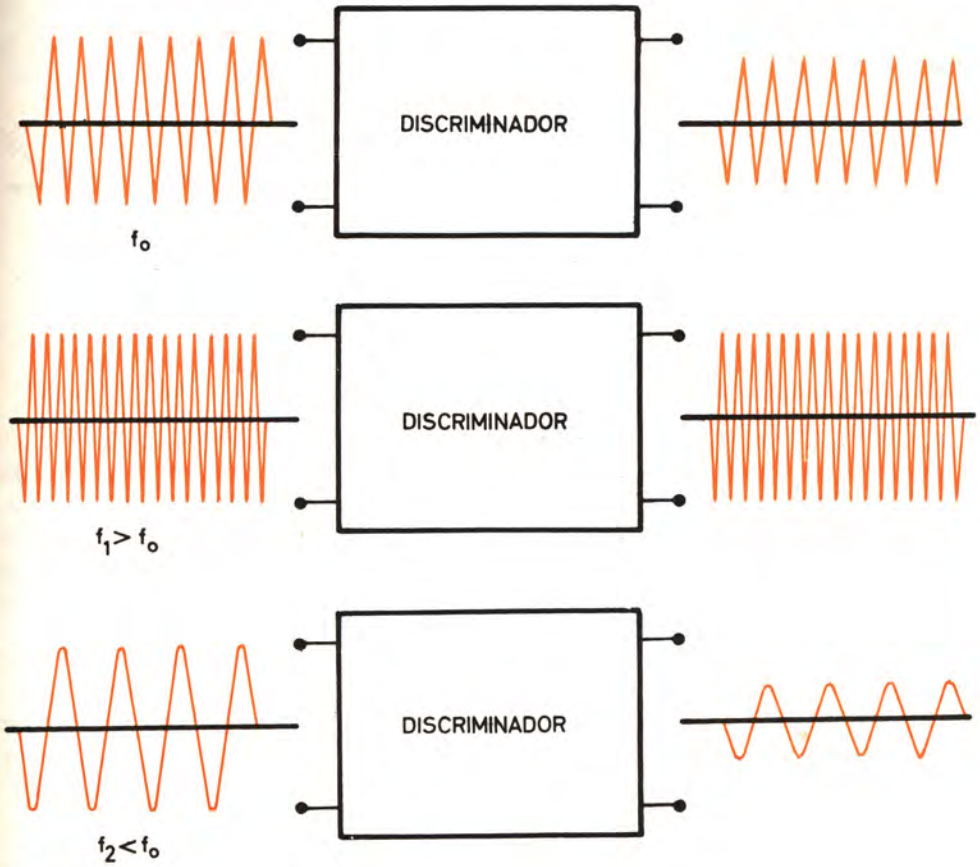
Basta con mirar el diagrama de una señal modulada en frecuencia para comprender que un proceso de rectificación como el que utilizamos en AM no conduciría, en principio, a nada positivo, dado que en FM todos los picos de la señal, sea cual fuere su frecuencia, tienen la misma amplitud. Una señal de FM, una vez rectificada y filtrada, sólo produciría una tensión continua sin ninguna variación.

Pero, meditando un poco, podemos ingeniarnos un sistema para que este procedimiento, inservible en apariencia, pueda emplearse para detectar señales de FM. Bastará que, previamente, podamos convertir en variaciones de amplitud las variaciones de frecuencia de la señal portadora.

Este cambio tiene lugar en un dispositivo llamado DISCRIMINADOR.



He aquí el resultado de aplicar a un detector de AM una señal modulada en frecuencia. A la salida no hay rastro de la señal de B.F.



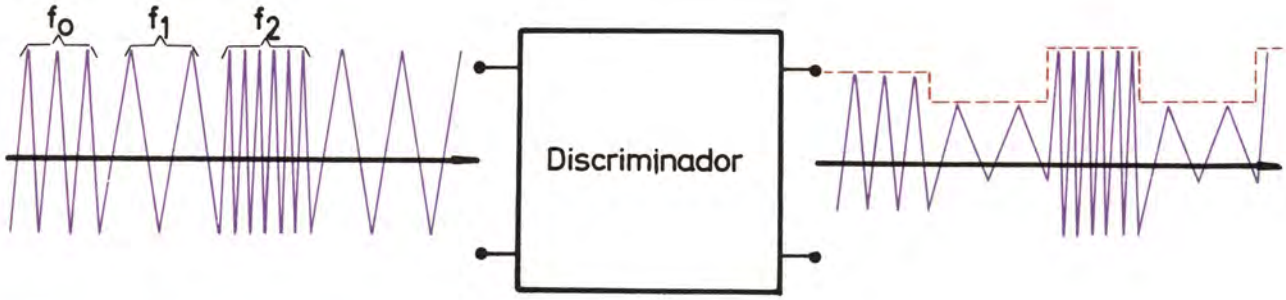
Aquí simbolizamos la acción específica del discriminador: señales de igual amplitud pero distinta frecuencia aplicadas a la entrada aparecen a la salida con una amplitud distinta según sea su frecuencia.

EL DISCRIMINADOR

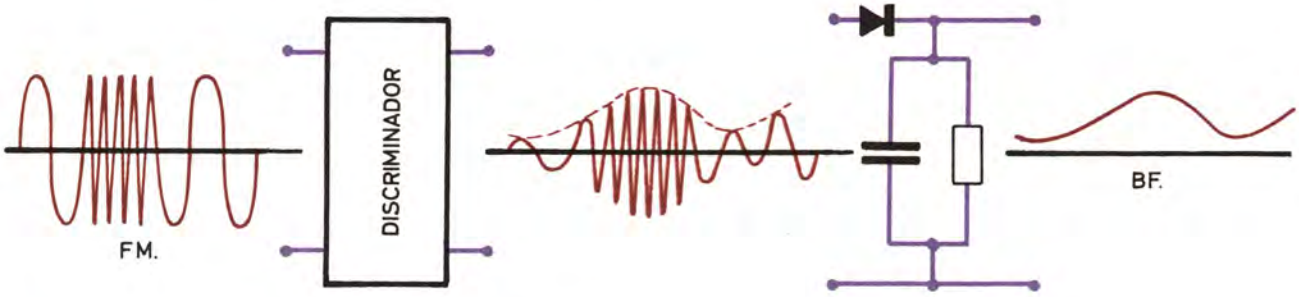
Se trata de un circuito que recoge las señales de FM y las amplifica o, simplemente, las transmite con mayor o menor amplitud según sea su frecuencia.

Las figuras inmediatas ilustran el funcionamiento del circuito discriminador, el cual puede resumirse diciendo que señales de distinta frecuencia e igual amplitud aplicadas a la entrada aparecen a la salida con amplitud distinta. En el gráfico se ha supuesto que las señales que tienen menos amplitud a la salida del discriminador corresponden a las que tenían menor frecuencia; sin embargo, también podría suceder al revés.

La relación amplitud-frecuencia se mantiene a la entrada y salida del discriminador. Es decir; si se aplica a su entrada una señal modulada en



En este gráfico se ilustra el comportamiento de un discriminador cuando se le aplica una señal de A.F. modulada en frecuencia. A la salida la señal presenta no sólo variaciones de frecuencia, sino también, en correspondencia con ellas, variaciones de amplitud. En el presente gráfico se ha supuesto que la señal de FM que llega al discriminador ha sido modulada por una señal rectangular tal como hemos indicado en un ejemplo anterior. Observe cómo a la salida las variaciones de amplitud "dibujan" nuevamente esa onda rectangular.



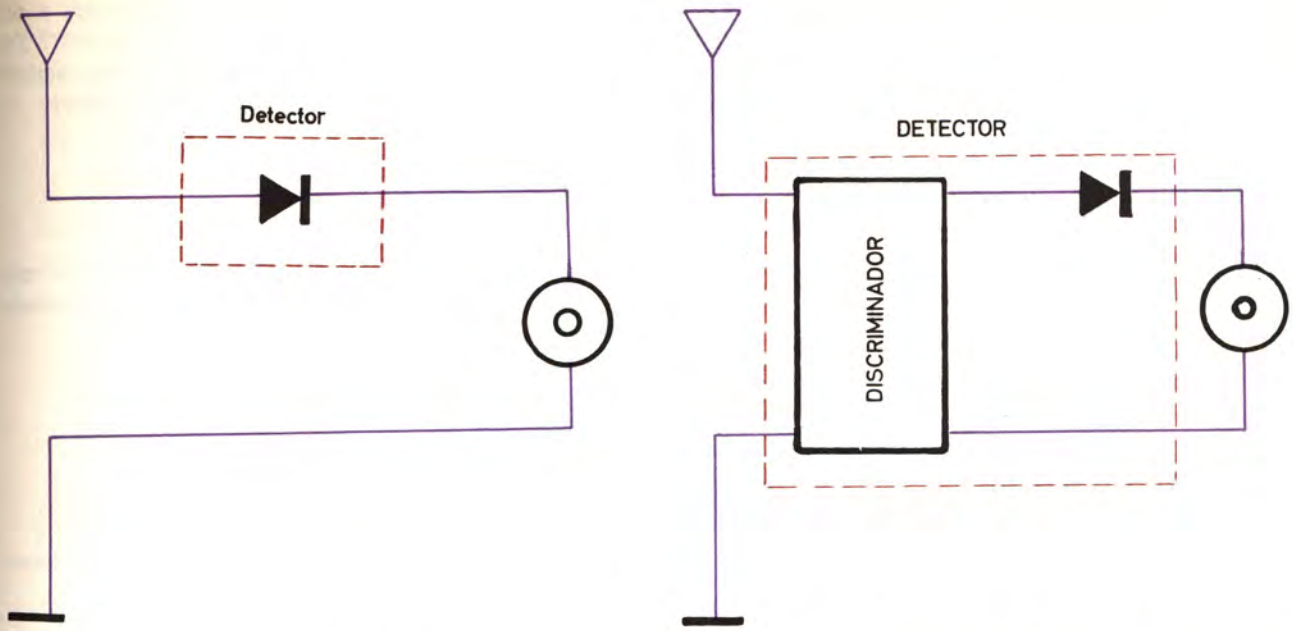
Proceso de detección de una señal modulada en frecuencia.

frecuencia (señal cuya frecuencia varía de acuerdo con la señal de B.F.), a la salida se obtiene una señal cuya amplitud varía también de acuerdo con la señal de B.F.

En la ilustración se ha supuesto que la onda portadora ha sido modulada en frecuencia por una onda rectangular.

Queda solucionado el problema: ahora pueden someterse a un proceso de rectificación y filtrado las señales que proceden del discriminador, exactamente como se hacía con señales de AM. Obtendremos así la señal de B.F. deseada.

No confíe mucho en la aparente sencillez de lo que hasta aquí llevamos dicho, porque en realidad los detectores de FM son bastante complejos, más que los detectores de AM. Piense que el detector de FM incluye el discriminador como elemento adicional, que es, precisamente, lo más característico de los detectores de FM. Tan es así que con relativa frecuencia se da el nombre de discriminador al conjunto que con él forma el detector, aunque en realidad el discriminador sólo es una parte del sistema detector del aparato.

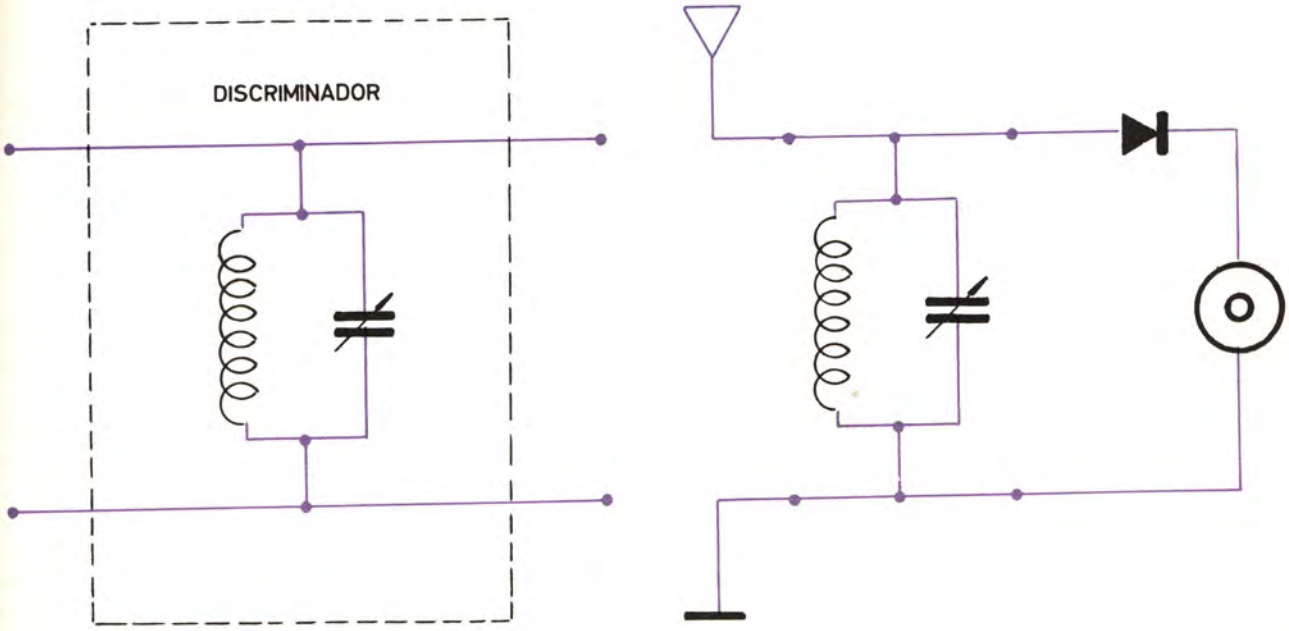


He aquí los receptores más elementales que pueden concebirse para la recepción de señales de AM y FM.

Si el receptor elemental de AM está formado por un detector en serie con el auricular y el sistema antena-tierra, diremos por analogía que el detector elemental de FM es aquel que, aparte del auricular y del sistema antena-tierra, incluye como único elemento un detector de FM.

En este momento, para tener una idea cabal de la constitución del receptor elemental de FM, nos falta conocer lo que encierra el rectángulo que venimos rotulando con el nombre de discriminador.

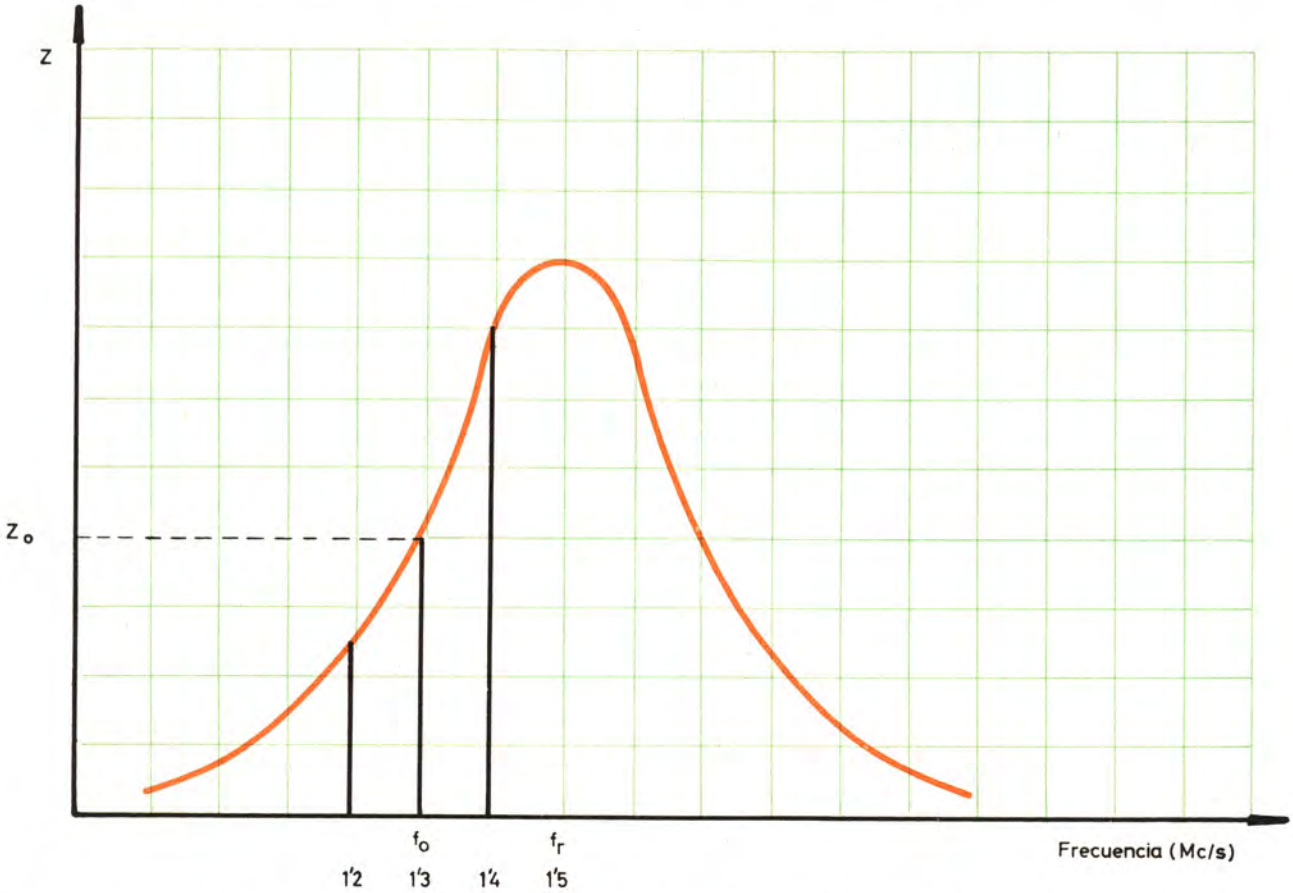
¿Cómo es un discriminador? Existen muchos tipos, pero ninguno tan sencillo como el que aparece en nuestra figura. Véala usted y no crea que nos hemos equivocado, porque realmente este discriminador es un simple circuito resonante.



Situemos este circuito discriminador en el esquema de principio del receptor de FM y obtendremos un resultado a la vista del cual no podremos dejar de preguntar: ¿cómo puede ser posible que se trate de un receptor de FM, si en las primeras lecciones presentábamos exactamente el mismo esquema diciendo que correspondía a un sencillo receptor de AM provisto de selector? En otras palabras: ¿por qué motivo puede actuar como discriminador un circuito resonante?

EL CIRCUITO RESONANTE ACTUA DE DISCRIMINADOR

Responderemos. También esta vez nos apoyaremos en un ejemplo, suponiendo que la curva del gráfico es la curva de resonancia que corresponde al circuito mencionado cuando el condensador está ajustado de forma que la frecuencia de resonancia f_r sea igual a 1'5 Mc/s.

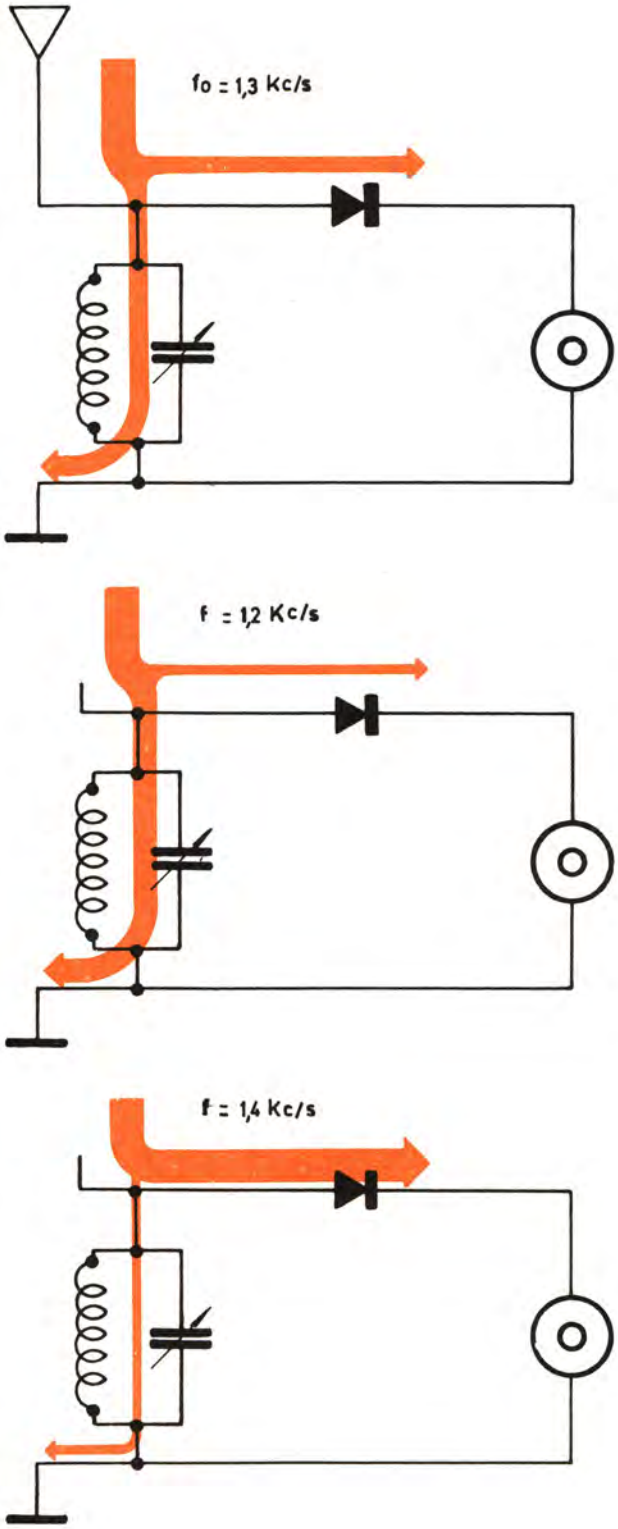


Un circuito oscilante puede actuar como discriminador porque en los flancos de la curva de resonancia la impedancia varía con la frecuencia.

Otra suposición: la señal de FM. que llega a la antena es tal que cuando su portadora no está modulada tiene una frecuencia f_0 igual a 1'3 Mc/s. Cuando sí esta modulada, la frecuencia oscila entre 1'4 y 1'2 Mc/s.

Observe que, de acuerdo con este condicionado, la frecuencia f_0 corresponde a un flanco de la curva de resonancia, circunstancia que trae como consecuencia que las señales que llegan por la antena encuentran en el circuito resonante una impedancia distinta para cada valor de su frecuencia. En nuestra figura se advierte que esta impedancia es mayor para las señales de 1'4 Mc/s y menor para las señales de 1'2 Mc/s, si la comparamos con la impedancia de la portadora, que suponemos de 1'3 Mc/s.

El resultado final de este comportamiento del circuito resonante es que las señales de 1'2 Mc/s serán desviadas hacia tierra en mayor proporción que las señales de 1'3 Mc/s. Por tanto estas



Aquí queda ilustrado de una forma simbólica el funcionamiento de un circuito oscilante como discriminador.

señales de 1'2 Mc/s tendrán menor amplitud en los extremos del circuito oscilante. En cambio, para las señales de 1'4 Mc/s ocurrirá todo lo contrario: su amplitud será mayor.

Resulta evidente que un simple circuito oscilante puede actuar como discriminador.

Por ser cierto lo anterior, resulta que el sencillo receptor que venimos considerando debe de ser apto, en principio, tanto para la recepción de señales de AM como de FM. La diferencia tan sólo está en la forma de ajustar el condensador variable del circuito resonante: cuando se quiera recibir una señal de AM dicho condensador debe ajustarse de forma que la frecuencia de resonancia coincida con la frecuencia de la portadora; en cambio, cuando se trata de captar una señal de FM el circuito oscilante debe estar ligeramente *desintonizado* para conseguir que la frecuencia de la portadora caiga sobre uno de los flancos de la curva de resonancia.

En teoría no es sólo este receptor elemental el que es capaz de captar señales moduladas en frecuencia, sino que *en principio* (repetimos la expresión) cualquiera de los receptores estudiados, con el superheterodino incluido, es capaz de captar señales de FM siempre que se tome la precaución anteriormente citada; es decir, ajustar la sintonía del receptor de forma que la frecuencia de la portadora quede situada sobre uno de los flancos de la curva de respuesta del receptor.

Decíamos *en principio* porque en la práctica la sintonización de una emisora de FM con uno de esos receptores tropezaría con el inconveniente de que sus circuitos de sintonía no han sido diseñados para captar señales con frecuencias del orden de 100 Mc/s. Es de advertir que las emisoras de FM transmiten dentro de la gama de 87'5 a 100 Mc/s.

Por otra parte, ningún interés ofrece la utilización de esos receptores para la captación de emisiones en FM, pues con ello no es posible aprovechar las ventajas que ofrece este tipo de modulación.

LAS INTERFERENCIAS EN MODULACION DE AMPLITUD Y EN MODULACION DE FRECUENCIA

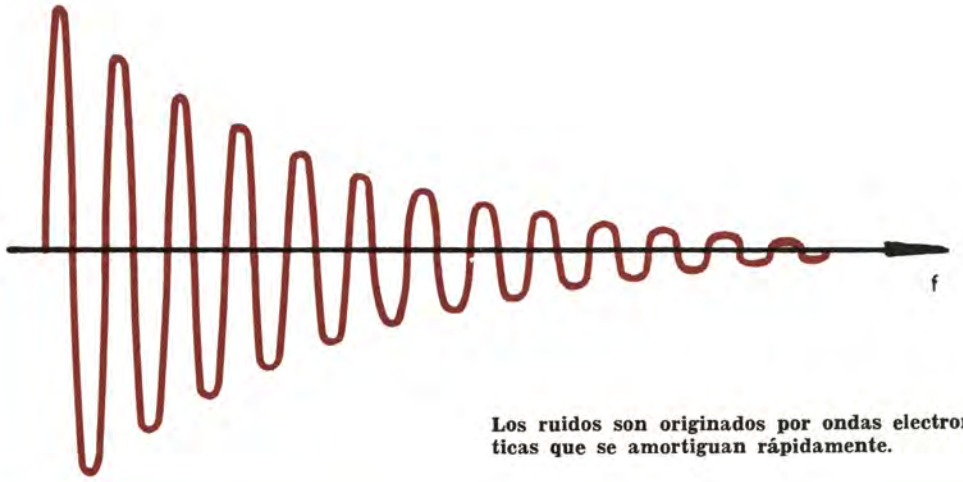
La transmisión de señales a larga distancia por medio de ondas electromagnéticas moduladas en frecuencia ofrece, en algunos aspectos, ventajas muy notables sobre la transmisión por medio de

ondas moduladas en amplitud. Incluso los profanos en la materia han oído hablar de la gran fidelidad con que se perciben las audiciones musicales en receptores en FM. En efecto, ésta es una de las grandes cualidades que tiene este sistema de transmisión. Resulta curioso advertir que no es ésta la cualidad exclusiva que caracteriza la modulación de frecuencia, sino que lo más característico de este tipo de modulación es la inmunidad que ofrece ante todo tipo de interferencias. Al hablar aquí de interferencias no sólo nos referimos a las que tienen lugar cuando llegan al receptor dos señales procedentes de distintas estaciones con frecuencias tan próximas que los circuitos de sintonía no son capaces de separar una de la otra, sino que también nos referimos a las perturbaciones motivadas por el funcionamiento de interruptores, timbres, motores eléctricos, motores de explosión o tormentas. En otras palabras: a las perturbaciones ocasionadas por los *parásitos* o *estáticos* que se traducen en una serie de diversos ruidos en el altavoz.

Precisemos algunos detalles acerca de la cuestión.

RUIDOS

Rara es la persona que desconoce la molesta sensación que se experimenta cuando en el momento más crítico de una transmisión, cuando más embelesado está en la audición de su programa musical favorito, su receptor (de AM) empieza a emitir un ronquido de la más variada tonalidad, que lo mismo puede ser debido a que se acaba de poner en marcha el ascensor de la casa o a que a su vecino se le ha ocurrido afeitarse con la maquinilla eléctrica, etc., etc.



Los ruidos son originados por ondas electromagnéticas que se amortiguan rápidamente.

Este tipo de perturbación se debe a las ondas electromagnéticas originadas, en general, por las descargas eléctricas que se producen durante el funcionamiento de gran diversidad de dispositivos eléctricos, o simplemente durante las tormentas con aparato eléctrico que mantienen al éter, por así decirlo, en continua agitación.

Estas perturbaciones tienen lugar a lo largo de toda la gama de frecuencias radioeléctricas. Cada una, considerada independientemente de las demás, es en esencia una onda de alta frecuencia cuya amplitud decrece rápidamente desde el instante en que se origina hasta el instante en que se anula, Es decir: son señales de amplitud variable que cuando son captadas por los circuitos de sintonía de un receptor de AM se detectan y originan en el altavoz un pequeño crujido. Evidentemente, el receptor capta todos los parásitos cuya frecuencia esté comprendida dentro del ancho de banda de la curva de respuesta de un amplificador de A.F. o F.I. Así, si pretendemos sintonizar una emisora cuya portadora tenga una frecuencia de 600 Kc/s, al sintonizar esa frecuencia no sólo captaremos la señal deseada, sino también todos los parásitos cuya frecuencia esté comprendida entre:

$$600 - 4'5 = 595'5 \text{ Kc/s}$$
$$\text{y } 600 + 4'5 = 604'5 \text{ Kc/s},$$

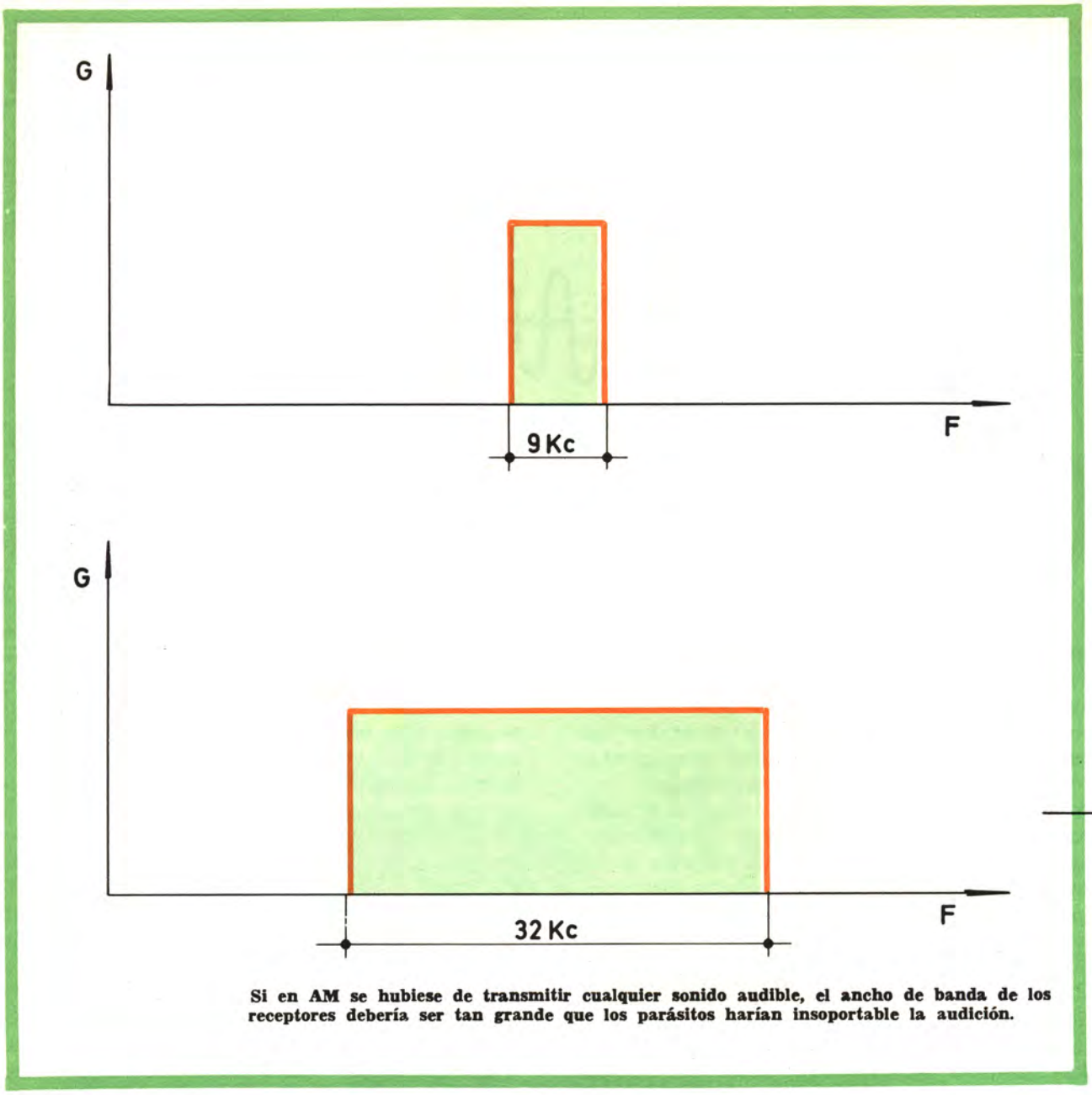
pues ya sabemos que la necesidad de amplificar las *bandas laterales* obliga a que los receptores de AM presenten un ancho de banda de 9 kc/s.

Dicho en otras palabras: la curva de respuesta de un receptor de AM es como una ventana abierta al éter por donde no sólo llegan a nuestros oídos las señales que deseamos captar, sino también todo ese caos de ruidos, de origen electromagnético, que estorban la audición de las señales deseadas y que en ocasiones pueden impedirla por completo.

Se comprende que cuanto más amplia sea esa *ventana* mayor cantidad de ruidos penetrará por ella. Ésta es una importante razón que ha aconsejado a los técnicos, cuando la modulación es de amplitud, no transmitir señales de B.F. cuya frecuencia sea superior a 4500 c/s, ya que para transmitir las frecuencias de audio más agudas (es decir, 16.000 ciclos) sería preciso que los receptores tuviesen un ancho de banda de 32.000 c/s, tres veces y media más que el que actualmente se emplea. En estas condiciones también la cantidad de ruidos captada sería tres veces y media mayor que en las actuales.

Ahora bien; los receptores de FM se diseñan de tal forma que son prácticamente insensibles a toda señal que no esté modulada en frecuencia; por tanto los estáticos, que son ondas de amplitud variable, no originan sonido alguno en el altavoz.

Se comprende ahora por qué hemos dicho que no resulta interesante la utilización de un receptor de AM para captar emisiones de FM aunque, en principio, fuese posible su utilización. La recepción en estas condiciones no disfrutaría de su ventaja más apreciable: la ausencia de parásitos.



Si en AM se hubiese de transmitir cualquier sonido audible, el ancho de banda de los receptores debería ser tan grande que los parásitos harían insoportable la audición.

INTERFERENCIA DE PORTADORAS

Por lo que se refiere a la interferencia causada por el hecho de que dos emisoras tengan frecuencias tan próximas que los circuitos de sintonía sean incapaces de separarlas, la situación es mucho menos molesta en FM que en AM.

En AM, en efecto, si se captan simultáneamente dos frecuencias por el receptor será porque la diferencia de frecuencias de sus portadoras es del mismo orden que el ancho de banda del receptor; es decir, de unos 9 Kc/s. Ahora bien, al mezclarse esas señales dan origen a una señal de batido que se manifiesta en el altavoz por un silbido permanente sumamente molesto. Ese silbido es perceptible incluso aun cuando la señal que pretendemos recibir sea notablemente más potente que la interferente. Se considera que para que en AM no resulte molesta una interferencia de este tipo la señal interferente debe tener una amplitud unas cien veces menor que la señal deseada.

En FM, por lo contrario, ese silbido no se percibe en el altavoz, ya que, según sabemos, la señal de batido es una señal de amplitud variable.

En rigor, la cuestión no es en verdad tan simple como la hemos expuesto; de hecho la modu-

lación de frecuencia no está totalmente exenta de las perturbaciones ocasionadas por las interferencias. Por el momento, sin embargo, no podremos extendernos más sobre el asunto.

Como dato práctico podemos indicar que, así como en AM la señal deseada debe tener al menos una amplitud cien veces mayor que la interferente para que el fenómeno no alcance proporciones molestas, en FM basta con que esa amplitud sea tres veces mayor.

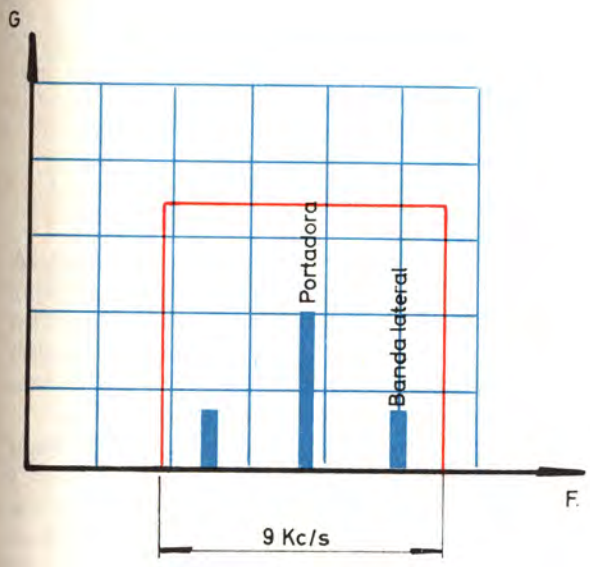
UN POCO DE HISTORIA

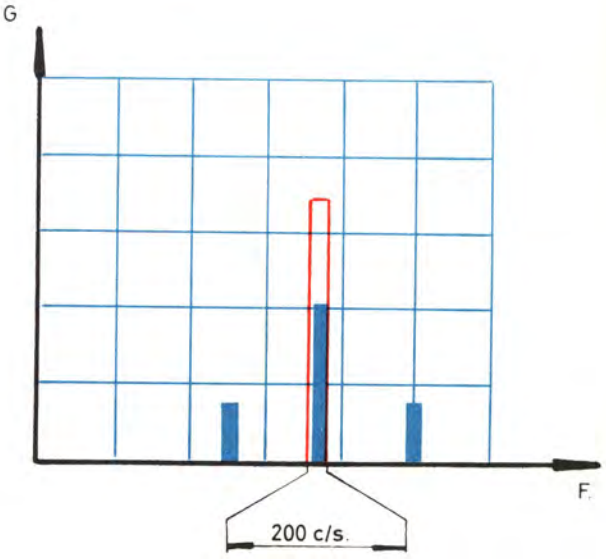
No solamente es la inmunidad frente a las interferencias una de las características más notables de la modulación de frecuencia, sino que precisamente este tipo de modulación fue el resultado de diversas investigaciones que tenían como fin concreto hallar un sistema de transmisión por ondas hertzianas libre de interferencias.

Lo curioso del caso es que los primeros ensayos se llevaron a cabo partiendo de una hipótesis que luego resulto ser falsa.

LA MODULACION DE FRECUENCIA EN BANDA ESTRECHA

Según hemos dicho, en los receptores de AM la cantidad de ruidos captados es proporcional al ancho de banda del receptor, de forma que si pretendemos una recepción carente de ellos habríamos de utilizar un receptor con un ancho de banda muy estrecho, digamos por ejemplo de 200 c/s. Con un receptor así, desde luego, muy pocos parásitos aparecerían en el altavoz; pero ya sabemos que con este reducido ancho de banda no sólo son eliminados los parásitos, sino cualquier otro sonido. En efecto, sólo se amplificarían las bandas laterales correspondientes a sonidos de 100 c/s o de una frecuencia inferior; es un hecho demostrado que para que sea inteligible la voz humana es preciso que como mínimo se transmitan frecuencias de 2500 c/s.





Si el ancho de banda del receptor se reduce extraordinariamente los parásitos quedarían en gran parte eliminados; pero también lo serían las bandas laterales y por tanto el sonido que se pretende recibir.

En AM, pues, no es posible pensar en suprimir los parásitos haciendo muy selectivo el receptor, ya que ello implica también la supresión de la señal deseada.

Ahora bien, en FM las cosas en principio parecen distintas: en efecto, por causa de la modulación, la frecuencia de la portadora varía a uno y otro lado de su valor nominal y en cada momento la desviación de frecuencia es proporcional al valor instantáneo de la amplitud de la onda moduladora, pero independientemente de su frecuencia.

Es decir, que si al *micrófono de capacidad* que equipa el emisor elemental de FM antes descrito llega un sonido de 20 c/s (la frecuencia más baja en la gama de audio), con una amplitud tal que las variaciones de capacidad dan lugar a una desviación de frecuencia de ± 100 c/s, cuando frente a ese micrófono se produzca, CON LA MISMA AMPLITUD, un sonido de 16.000 c/s (la frecuencia más alta de la gama de audio) también la desviación de frecuencia experimentada por la portadora será de ± 100 c/s, ya que las variaciones de capacidad, aunque tengan lugar con un ritmo más rápido, no por eso serán mayores.

Ningún inconveniente hay, por tanto, en que un emisor de FM trabaje con una *excursión* o *desviación* de frecuencia pequeña, tanto si las señales de modulación corresponden a los sonidos más graves como a los más agudos de la gama.

En particular, nada se opone a que un emisor de FM como el reseñado trabaje con una *excursión de frecuencia* de ± 100 c/s: para ello basta con que el *micrófono de capacidad* no sea demasiado sensible, a fin de que los sonidos *más potentes* no produzcan variaciones de capacidad mayores que las necesarias para conseguir esa pequeña desviación de frecuencia. Se dice que en estas condiciones la modulación tiene lugar en banda estrecha.

Parece lógico pensar que, si las variaciones de frecuencia de la portadora se mantienen dentro de ese estrecho margen de 100 c/s a uno y otro lado de la frecuencia nominal, *la captación de esa señal puede efectuarse con receptores cuyo ancho de banda sea solamente de 200 c/s.*

Esta atractiva idea es la que sedujo en principio a los investigadores. La cuestión, en efecto, no puede ser más sugestiva, ya que según los anteriores razonamientos el sistema presentaría estas tres ventajas fundamentales:

1. Ausencia de parásitos debido a lo reducido del ancho de banda de los receptores.
2. Debido también al estrecho margen de frecuencias ocupado en la gama por cada emisor (200 c/s en lugar de 9000 c/s), el número de emisores podría ser mayor. Concretamente, en la gama de ondas medias (500 Kc/s a 1500 Kc/s) *cabrían* 5000 estaciones.
3. A pesar del reducido ancho de banda utilizado, la *fidelidad* sería extraordinariamente buena.

LAS BANDAS LATERALES EN FM

Por desgracia, todas estas seductoras conclusiones estaban edificadas sobre una hipótesis falsa.

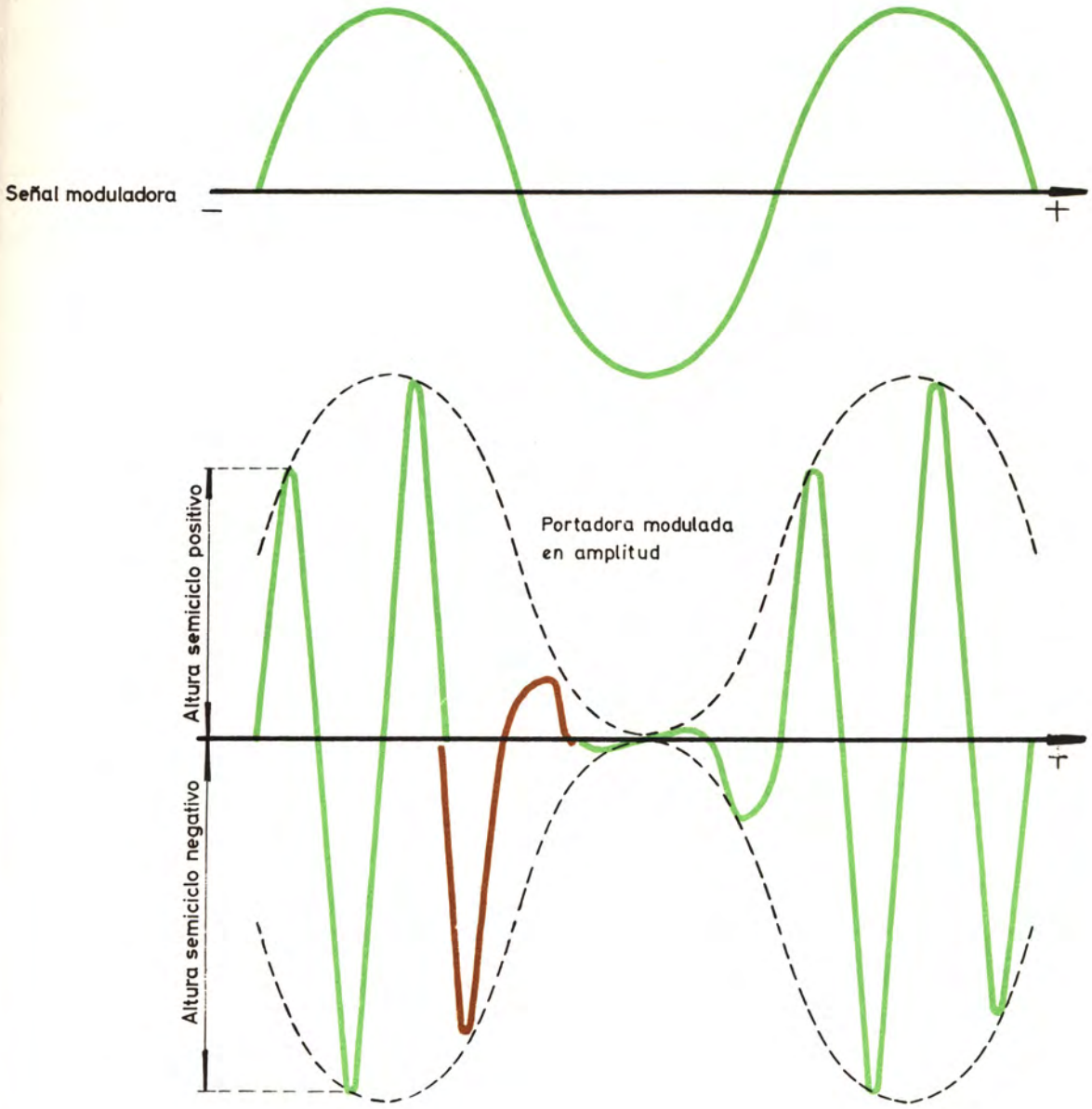
Nada hay que objetar a lo dicho acerca de que el emisor pueda trabajar con una *excursión de frecuencia* de ± 100 c/s; ahora bien, lo que ya no es cierto es que sus señales puedan captarse con un receptor cuyo ancho de banda sea de 200 c/s. Si empleásemos un receptor así nos encontraríamos con el mismo inconveniente que en AM: no se percibirían más que los sonidos cuya frecuencia fuese inferior a 100 c/s.

La razón estriba en que no se había tenido en cuenta un hecho fundamental: CUANDO UNA ONDA SENOIDAL SE MODULA EN FRECUENCIA, SE DEFORMA Y DEJA DE SER SENOIDAL.

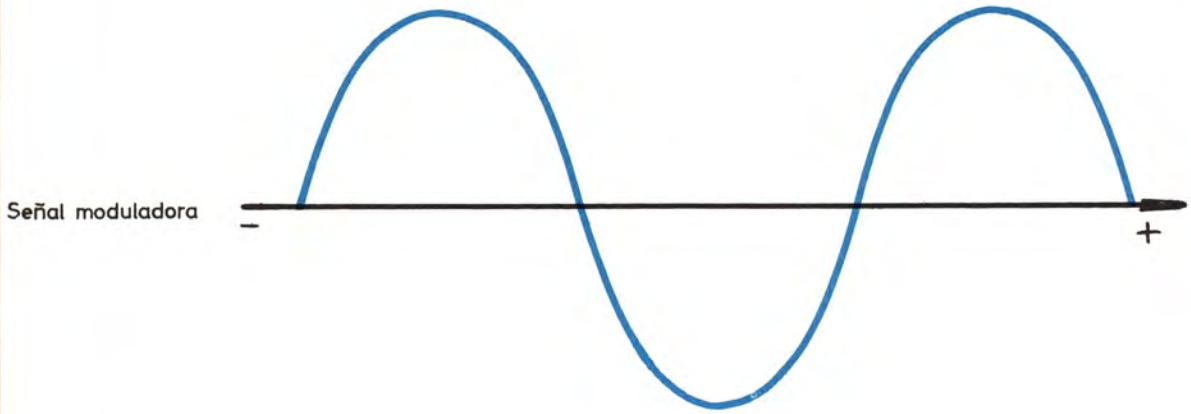
El hecho puede apreciarse claramente en las figuras adjuntas, donde se pone de manifiesto que cuando se modula la portadora por una onda senoidal de B.F. la frecuencia de dicha portadora varía de una forma continua, lo que determina que los semiciclos de cualquier ciclo de la portadora sean de distinta duración, cosa que no ocurre en las ondas rigurosamente senoidales.

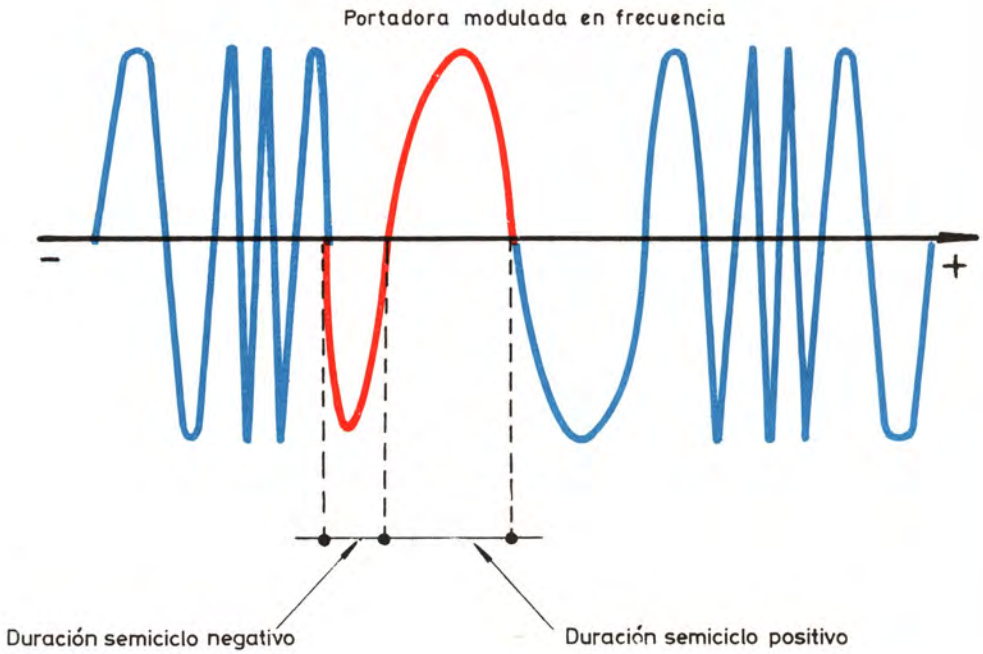
Este fenómeno es similar al que tenía lugar en la modulación de amplitud. En AM, debido a la variación continua de la amplitud de la portadora, al considerar un ciclo cualquiera puede advertirse que el pico positivo tiene distinta altura que el correspondiente negativo. En FM tienen igual altura, pero tienen en cambio distinta duración; en los dos casos, por tanto, la onda senoidal original se ha deformado.

Ya dijimos que en AM esa deformación se traduce en la aparición de las *bandas laterales;* y



Cuando una onda senoidal es modulada en amplitud se deforma y deja de ser senoidal. Esta deformación se manifiesta principalmente por la desigual amplitud de los semiciclos. El fenómeno es especialmente perceptible en el ciclo dibujado en rojo. Esas deformaciones son causa de la aparición de las bandas laterales.

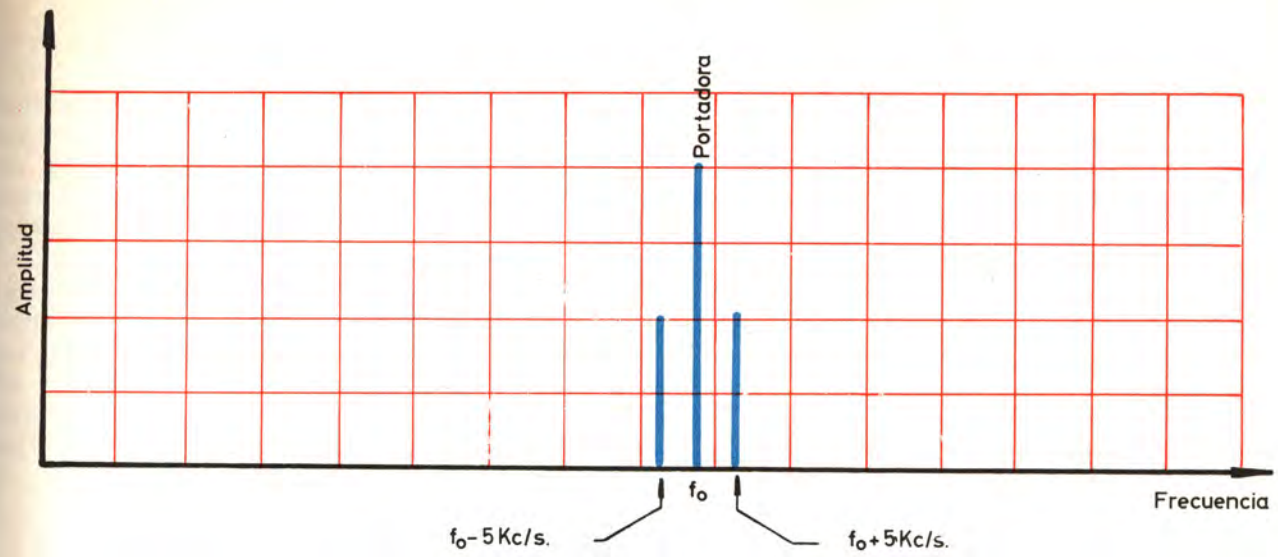


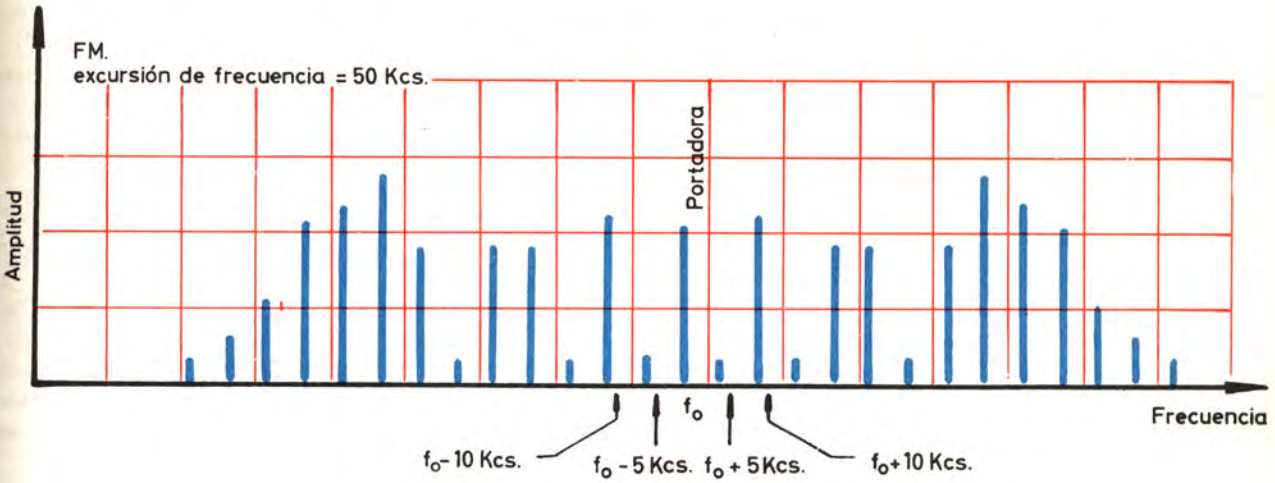


Cuando una onda senoidal es modulada en frecuencia se deforma y deja de ser senoidal. Esa deformación se manifiesta principalmente en la desigual duración de los semiciclos. Esas deformaciones son causa de la aparición de las bandas laterales.

no es de extrañar, por tanto, que en FM ocurra algo similar. Pues bien, analizada la cuestión matemática se llegó a la conclusión de que la situación no solamente era similar, sino que era francamente peor.

En efecto, la modulación en amplitud mediante una señal senoidal da origen únicamente a *dos bandas laterales*. En cambio, los cálculos demuestran que cuando la modulación es de frecuencia el número de bandas laterales es infinito; y ello, repetimos, a pesar de que la señal moduladora sea senoidal.





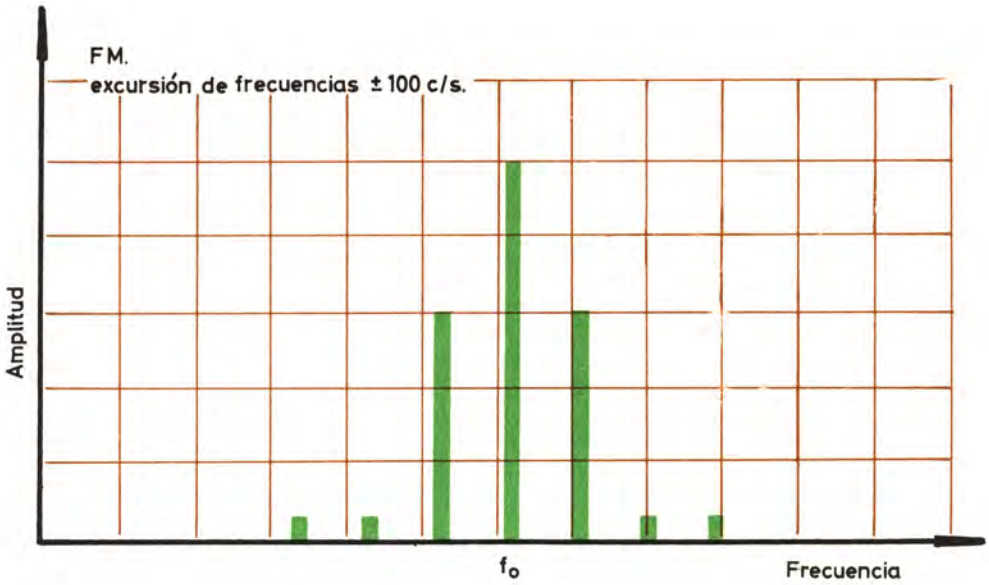
Las figuras indican la composición de una onda modulada en amplitud y frecuencia respectivamente por una señal senoidal de 5 Kc/s.
En el primer caso sólo aparecen dos bandas laterales; en el segundo, aparece un número infinito de ellas pero sólo se han representado las que tienen una amplitud apreciable.
La situación de cada banda lateral sobre el eje de frecuencias se ha indicado mediante un segmento cuya longitud es proporcional a la amplitud de dicha banda.
Obsérvese que en FM algunas bandas laterales tienen una amplitud mayor que la portadora.

Según este resultado, no solamente no puede ser utilizado un receptor con un ancho de banda de 200 c/s, sino que ese ancho de banda ha de ser mayor que en AM, pues no sólo ha de dar paso a las dos primeras bandas laterales, como en AM, sino a las infinitas restantes, lo cual en teoría requiere también un ancho de banda infinito; es decir, un receptor que no fuese en absoluto selectivo.

Evidentemente, en estas condiciones no sólo carece el sistema de las tres ventajas antes enumeradas, sino que su inmunidad frente a las interferencias sería mucho peor que en AM.

Difícilmente puede emprenderse una experiencia con más esperanzas y acabar con resultados más catastróficos.

A decir verdad, sin embargo, los cálculos indican también —y así queda expresado en las figuras— que *cuando la excursión de frecuencia con que trabaja el emisor es pequeña,* únicamen-



Cuando la modulación de frecuencia tiene lugar en banda estrecha únicamente tienen considerable amplitud las dos primeras bandas laterales. El ancho de banda requerido por el receptor es, pues, el mismo que en AM.

te las dos primeras bandas laterales tienen una amplitud importante, de manera que la recepción tiene lugar en perfectas condiciones aunque la curva de respuesta del receptor no dé paso más que a ellas y a la portadora. Ahora bien, desde el punto de vista de la recepción esto nos sitúa en las mismas condiciones que en AM por lo que cantidad de ruidos captados se refiere.

La *modulación de frecuencia en banda estrecha* —así es como se designa a ese tipo de modulación cuando la excursión es pequeña— no ofrece, pues, ventajas desde el punto de vista de la recepción pero en cambio tiene alguna en lo referente al emisor. Por tal razón se emplea en ocasiones por los radioaficionados que dedican sus afanes a experimentar sobre emisión y que tanto han contribuido al progreso de las radiocomunicaciones.

MODULACION DE FRECUENCIA EN BANDA ANCHA

A pesar del fracaso inicial, no se desanimaron los investigadores; y finalmente se llegó a la conclusión de que la modulación de frecuencia sí era un sistema realmente adecuado para obtener una recepción limpia de toda clase de ruidos; pero no porque permitiese utilizar receptores de banda estrecha, sino porque, al estar fundamentalmente las interferencias originadas por señales de amplitud variable, basta con hacer el receptor insensible a este tipo de señales para lograr una recepción libre de ellas.

Se llegó a la conclusión paradójica de que el receptor de FM resulta tanto más inmune a las interferencias cuanto mayor es la *excursión de frecuencia* con que trabaja el emisor; y de ahí que actualmente las emisoras de radiodifusión que trabajan en FM lo hagan con una excursión bastante grande que se ha fijado mundialmente en $\pm$ 75 Kc/s.

De acuerdo con las ideas que, según hemos dicho, existían al principio sobre la cuestión, sería preciso que los amplificadores de alta frecuencia del receptor tuviesen al menos un ancho de banda de

$$2 \times 75 \text{ Kc/s} = 150 \text{ Kc/s};$$

pero se da la circunstancia de que, así como cuando la modulación tiene lugar con una excursión de frecuencia reducida ($\pm$ 100 c/s) únicamente las dos primeras bandas laterales tienen amplitud apreciable, cuando la modulación de frecuen-

cia es, en cambio, de banda ancha —es decir cuando la excursión de frecuencia es grande— no solamente tienen amplitud notable las dos primeras bandas laterales, sino un número mucho mayor que en conjunto se extienden más allá del intervalo en el que tiene lugar la *excursión de frecuencia*.

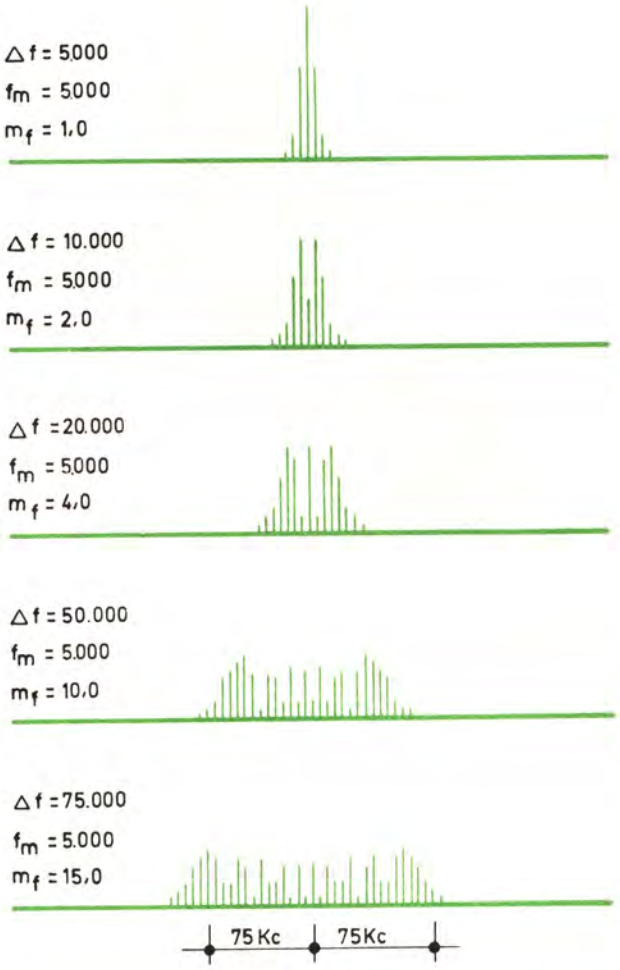
Como dato práctico diremos que para una *excursión de frecuencia* de ± 75 Kc/s las bandas laterales ocupan un intervalo una vez y media mayor que el barrido por la portadora. Por tanto los amplificadores de alta frecuencia de los receptores de FM deberán tener como mínimo un ancho de banda de

$$1'5 \times 150 = 225 \text{ Kc/s};$$

y asimismo será preciso reservar un intervalo de 225 Kc/s para cada emisor si queremos evitar las interferencias.

Está claro que si cada emisora necesita un margen tan grande de frecuencias no cabe pensar en utilizar la gama de ondas medias, ya que entre 500 Kc/s y 1500 Kc/s no cabrían más que cuatro emisoras. De ahí que las emisiones en FM tengan lugar con frecuencias del orden de 100 Mc/s. Concretamente, se ha reservado a este fin el intervalo que va desde 87'5 Mc/s a 100 Mc/s, en el que *caben* más de cincuenta emisoras, número más que suficiente, pues ya se ha dicho que el peligro de interferencia queda muy reducido en FM.

El hecho de trabajar con frecuencias tan altas hace que la técnica de los receptores de FM ofrezca una serie de particularidades en los detalles constructivos que comentaremos en las lecciones siguientes.



En estos gráficos puede apreciarse cómo cuanto mayor es la excursión de frecuencia con que trabaja el emisor, mayor es el número de bandas laterales que deben tenerse en cuenta. En todos los casos representados la frecuencia de la señal moduladora es de 5 Kc/s.

UNA NOTABLE VENTAJA DE LOS EMISORES DE FM

Ya hemos indicado cuál es, desde el punto de vista de la recepción, la ventaja fundamental de la modulación de frecuencia en banda ancha. Desde el punto de vista de la emisión, tanto si ésta tiene lugar en banda ancha como si se efectúa en banda estrecha, los equipos se benefician de una mayor simplicidad del paso de salida. En el paso final, en efecto, la amplitud de las señales es constante cualquiera que sea el grado de modulación, lo cual representa que las válvulas están siempre aprovechadas al máximo.

Cuando la modulación es de amplitud, en cambio, si la modulación alcanza el cien por cien las señales llegan a tener doble amplitud que cuando no hay modulación.

La doble amplitud de las señales indica que en estos instantes tanto la tensión como la intensidad en el paso final quedan multiplicadas por dos; y por tanto la potencia es cuatro veces mayor que cuando no hay modulación.

Como raramente se alcanza la modulación de 100 %, resulta que los emisores de AM deben utilizar válvulas capaces de manejar potencias cuatro veces mayores que la de la portadora y que raramente se utiliza toda su capacidad.

Si se tiene en cuenta que las válvulas de po-

tencia para emisores capaces de manejar varios kilovatios son extraordinariamente caras, y que además requieren un sistema de refrigeración forzada por aire o agua a fin de eliminar el calor que producen durante el funcionamiento, se comprende el interés que ofrece el hacer economías en ese sentido.

LOS MODERNOS RECEPTORES DE FM

A causa de las elevadas frecuencias que deben captar estos receptores, se comprende que todos ellos funcionen sobre el principio heterodino. Los modernos receptores de FM son, pues, receptores superheterodinos. He aquí algunos detalles sobre ellos. Como valor de la frecuencia intermedia se ha adoptado mundialmente el de 10'7 Mc/s.

Antes de realizar la conversión de las señales en estos receptores se amplifican mediante un paso adicional de A.F.

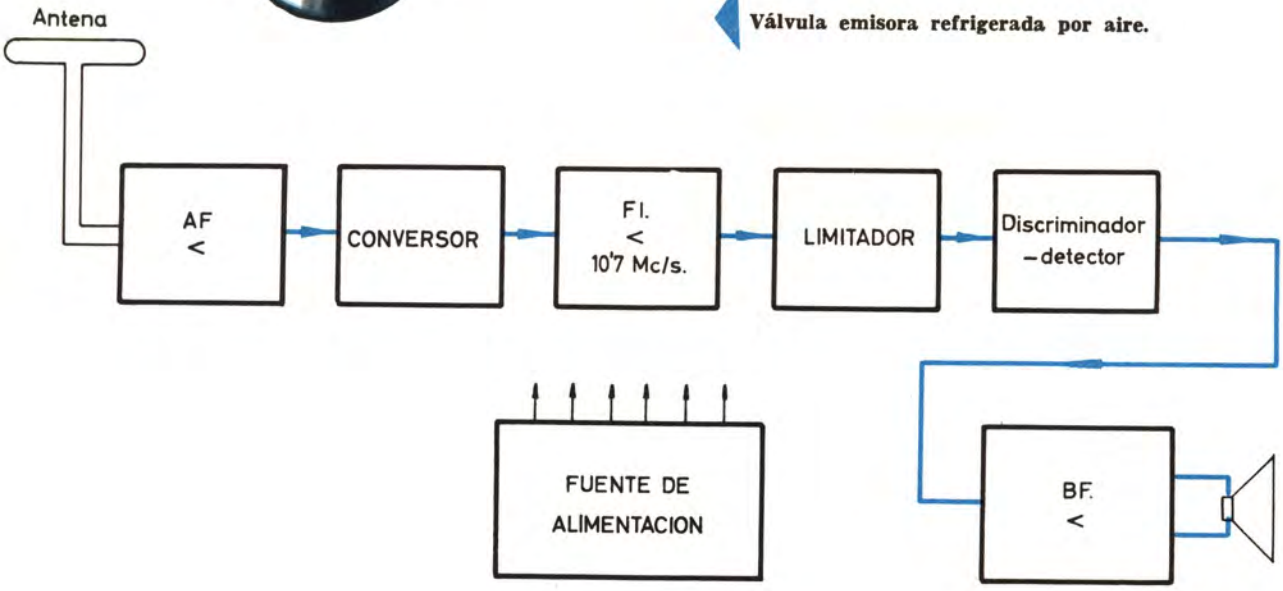
A continuación del amplificador de F.I. existe un paso especial llamado LIMITADOR, cuya misión es hacer insensible el receptor a las señales de amplitud variable.

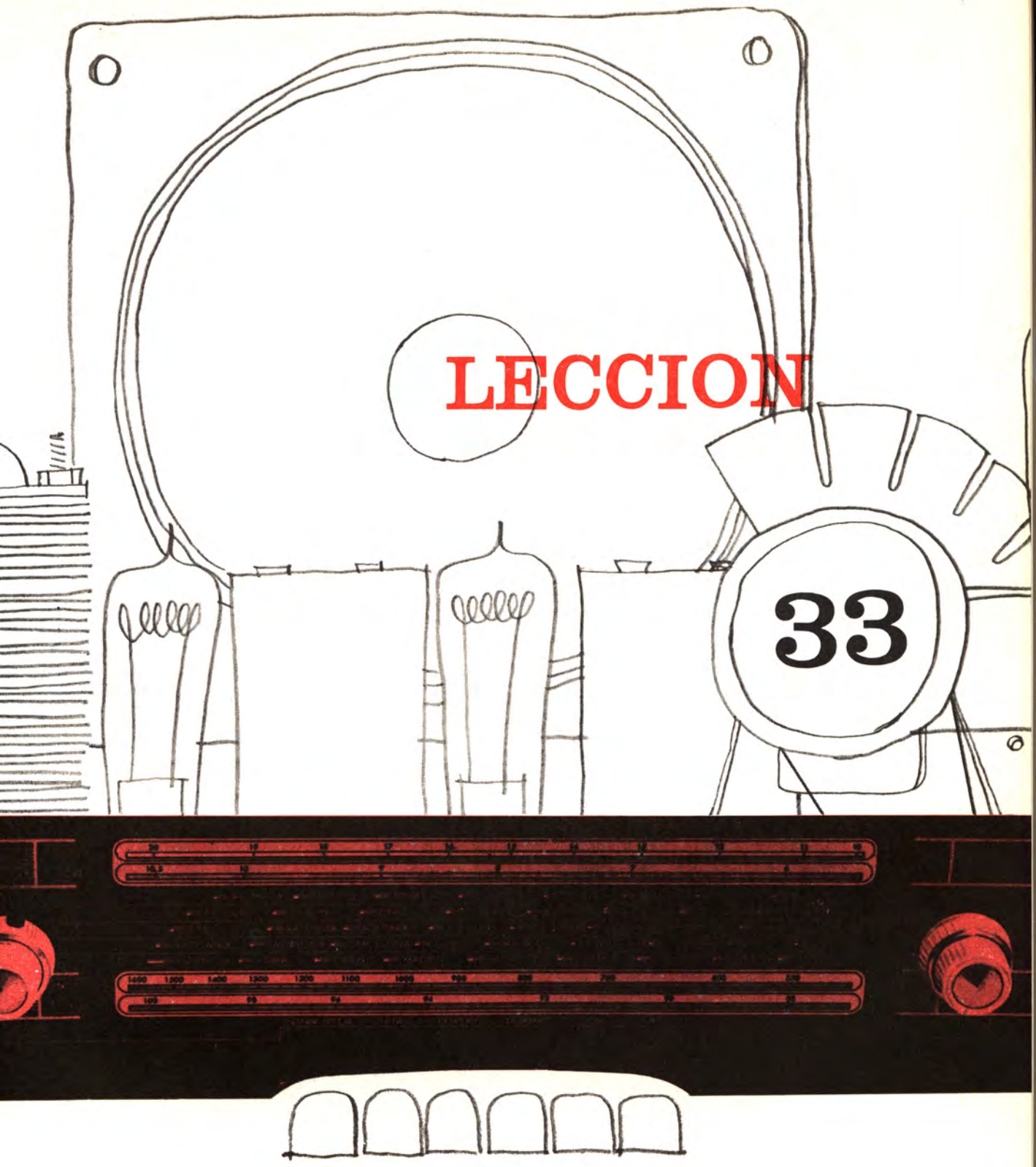
El paso siguiente es el *discriminador-detector*, de cuya misión ya hemos hablado.

Finalmente, van provistos de un paso de B.F. y de su correspondiente fuente de alimentación.

Las lecciones siguientes están destinadas a estudiar las particularidades de esos diversos pasos.

Válvula emisora refrigerada por aire.





Limitadores

Tipos de limitadores

Su comportamiento

Limitadores
Los distintos tipos

NUEVOS BLOQUES FUNCIONALES

Entre todos los bloques funcionales que componen un receptor de FM únicamente dos (el limitador y el discriminador) resultan verdaderas novedades para nosotros. En efecto, el amplificador de A.F., el de F.I. y el conversor, si bien ofrecen una serie de particularidades constructivas que les distinguen de los empleados en los receptores de AM, no difieren de estos últimos en lo fundamental. Tales particularidades obedecen, principalmente, al hecho de que en FM estos pasos deben trabajar a frecuencias más altas y poseer un ancho de banda mayor. Su principio de funcionamiento, empero, es el mismo en ambos casos.

En cuanto a los amplificadores de B.F., no existen diferencias de principio entre los usados en FM y los que se emplean en los receptores de AM. La única diferencia está en el hecho de que su elaboración y diseño deben cuidarse más en FM que en AM. En efecto: cuando se reciben señales en *modulación de amplitud*, la parte de baja frecuencia no trabaja con frecuencias superiores a los 4500 c/s; en cambio, cuando la transmisión es en FM, las frecuencias de audio transmitidas llegan hasta 15.000 c/s.

Como amplificador de B.F. de un receptor de FM resulta perfectamente adecuado el que hemos analizado en lecciones anteriores, constituido por las válvulas ECC82 y EL84. Además, recuérdelo, el amplificador estaba provisto de controles de tonalidad y volumen.

En definitiva: para adquirir una idea global del funcionamiento de los receptores de FM debemos estudiar estos dos dispositivos, llamados limitador y discriminador, con los que no estamos familiarizados. Luego, será cuestión de ver las particularidades que ofrecen los demás pasos en este tipo de aparatos.

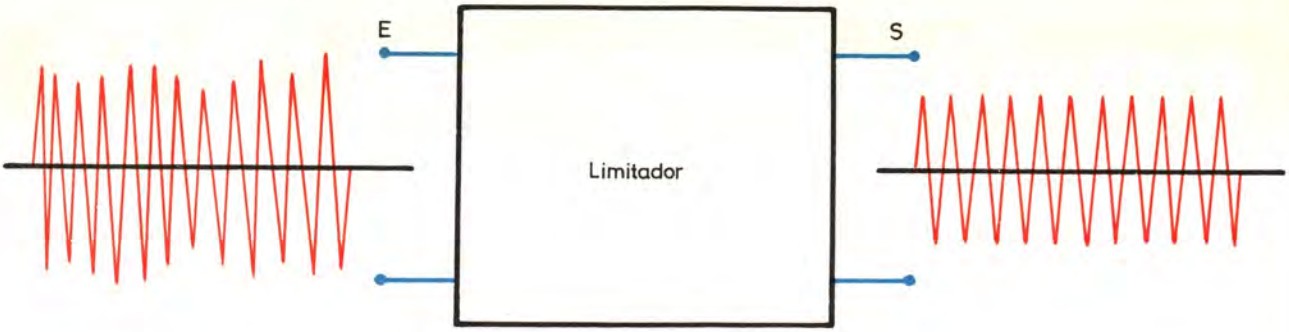
LIMITADORES

Dijimos en la lección anterior que la misión del limitador en el receptor de FM es hacerlo insensible a las señales de amplitud variable. Este dispositivo se intercala entre el amplificador de F.I. y el discriminador. Podemos definirlo, en el caso ideal, como UN CIRCUITO QUE A LA SALIDA PROPORCIONA SEÑALES DE AMPLITUD CONSTANTE CUALQUIERA QUE SEA LA AMPLITUD DE LAS SEÑALES A LA ENTRADA, A PARTIR DE UN CIERTO NIVEL MÍNIMO DENOMINADO UMBRAL DEL LIMITADOR.

Las señales de FM radiadas por las emisoras tienen, desde luego, una amplitud rigurosamente constante. Lo que sucede es que la antena del receptor no capta exclusivamente las señales de FM, sino que juntamente con ellas capta una serie de señales parásitas que, al mezclarse con las señales de FM, hacen que la onda resultante no esté modulada en frecuencia (como debe ser), sino que, además, resulte con una amplitud variable. Así, pues, ordinariamente, la señal que procede del amplificador de F.I. tiene estas características:

1. Está modulada en frecuencia por las señales que deseamos recibir.
2. Presenta amplitud variable debido a los parásitos que se le han incorporado o, en general, a las interferencias que haya sufrido.

Pensemos ahora en el único discriminador que conocemos: el circuito oscilante desintonizado, que es sensible tanto a las variaciones de frecuencia como a las de amplitud, cosa que debe recordar perfectamente.



Aplicando señales de amplitud variable a la entrada de un limitador obtenemos a la salida una señal de amplitud constante.

Si esta señal se aplica al discriminador, como éste es sensible tanto a las variaciones de frecuencia como a las de amplitud, el resultado será que en el altavoz no sólo aparecerán los sonidos deseados, sino también toda una serie de ruidos debida a los parásitos.

En cambio, si entre el amplificador de F.I. y el discriminador intercalamos el limitador, al segundo llegan únicamente señales moduladas en frecuencia y precisamente por los sonidos que se pretenden transmitir, que son los únicos que aparecen en el altavoz. He aquí, pues, cómo el limitador consigue eliminar los parásitos de la recepción cuando la transmisión tiene lugar en FM.

Es obvio que no puede pensarse en eliminar los parásitos de esta forma cuando la transmisión tiene lugar en AM, puesto que el limitador no sólo eliminaría las variaciones de amplitud originadas por los parásitos, sino también las debidas a la modulación.

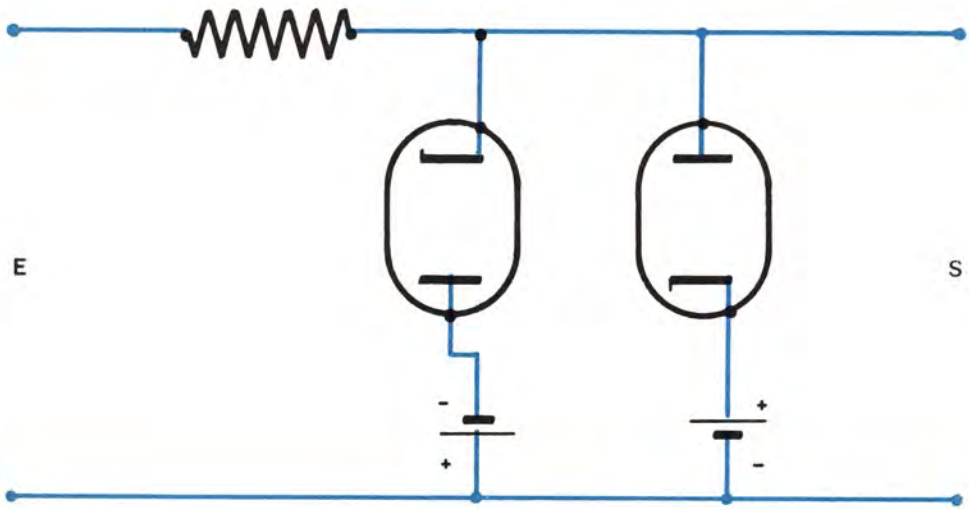
LIMITADOR CON DIODOS POLARIZADOS

En la figura inmediata aparece el esquema de un *limitador* sencillo y eficaz.

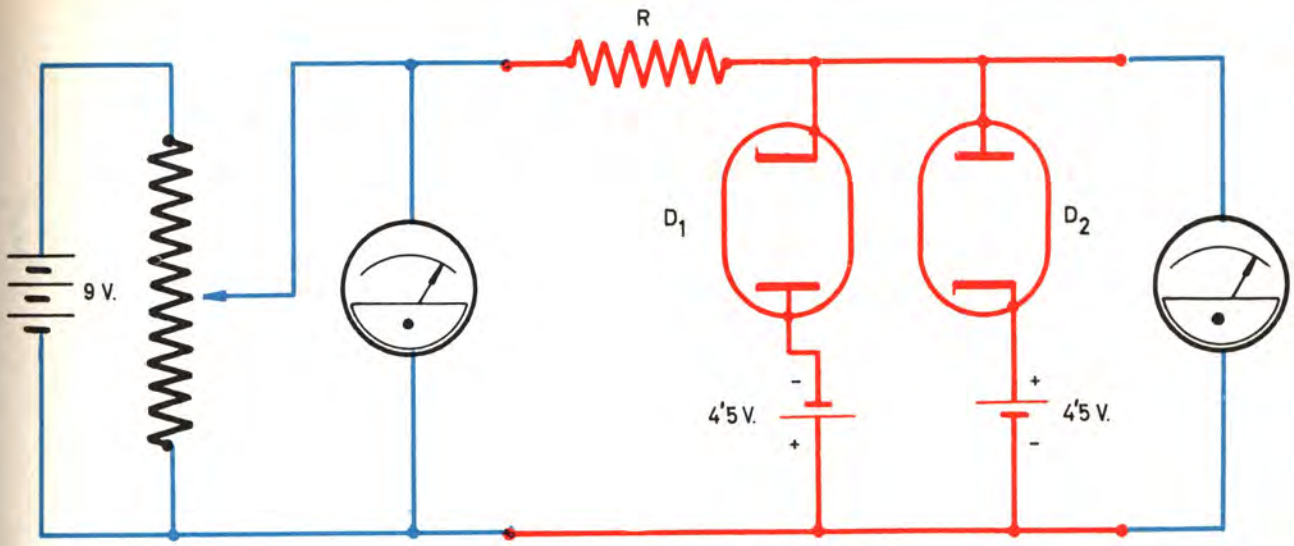
En efecto: este dispositivo limita la amplitud de las tensiones que se obtienen a la salida.

Para cerciorarnos de ello, imaginemos un sencillo montaje experimental que va a permitirnos estudiar las características de ese dispositivo.

El montaje está constituido por una pila de 9 V y un potenciómetro con el que podremos obtener a voluntad, y a partir de esa pila, una tensión variable entre 0 y 9 V. Mediante dos voltímetros mediremos la tensión aplicada a la entrada y la que se obtiene a la salida. Supondremos que las pilas de polarización son de 4'5 V.



Limitador con diodos polarizados



Montaje experimental para estudiar las características del limitador

COMPORTAMIENTO CON TENSIONES POSITIVAS A LA ENTRADA

Vamos a empezar nuestra experiencia aplicando tensiones positivas a la entrada del limitador.

Mediante el potenciómetro variaremos la tensión a la entrada de medio en medio voltio, por ejemplo, y anotaremos al mismo tiempo la tensión indicada por el voltímetro conectado a la salida. Con esos valores podremos trazar un gráfico que relacione la tensión de entrada con la tensión de salida. El resultado puede verse en el gráfico: la tensión a la salida aumenta al aumentar la tensión de entrada hasta alcanzar 4'5 V; a partir de ahí la tensión de salida se mantiene invariable por más que aumentemos la tensión de entrada.

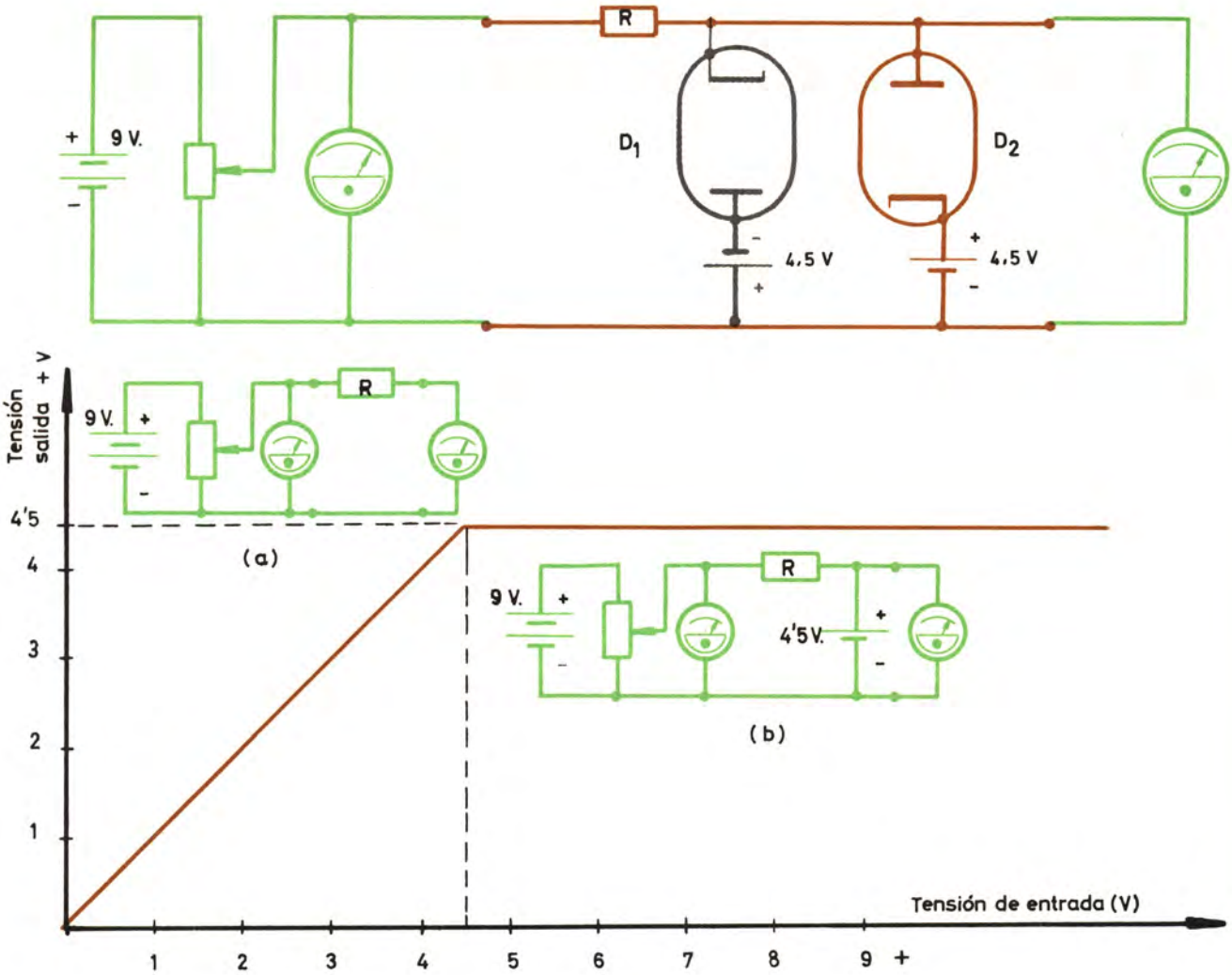
La razón de este comportamiento puede comprenderse fácilmente. Observe, en primer lugar, que los diodos han sido polarizados con pilas de 4'5 V; y recuerde que en primera aproximación los diodos pueden considerarse como un conductor sin resistencia apreciable cuando el ánodo es positivo respecto al cátodo y como un aislante cuando la polaridad es la contraria.

Pus bien; durante la experiencia el ánodo del diodo D_1 está conectado a un potencial negativo de —4'5 V, mientras que hemos ido aplicando a su cátodo potenciales positivos cada vez mayores. Evidentemente, el diodo D_1 habrá estado continuamente *bloqueado;* es decir, se habrá comportado como un aislante, ya que durante toda la experiencia el potencial del ánodo será negativo respecto al potencial del cátodo. En definitiva, el resultado de la experiencia sería el mismo aunque en el circuito no hubiésemos incluido el diodo D_1 ni su pila de polarización.

Veamos ahora lo que ocurre con el diodo D_2.

El cátodo de este diodo está conectado a un potencial positivo de +4'5 V; por tanto, mientras el ánodo tenga un potencial inferior a éste, no conducirá. Así, pues, si ajustamos el potenciómetro de forma que la tensión aplicada a la entrada sea de, por ejemplo, +4 V, el diodo D_2 no conduce, dado que su cátodo sigue siendo 0'5 V más positivo que el ánodo; el voltímetro conectado a la salida, que suponemos tiene una resistencia interna de valor mucho mayor que la resistencia R del limitador, indicará prácticamente la misma tensión que el voltímetro conectado a la entrada; es decir, +4 V.

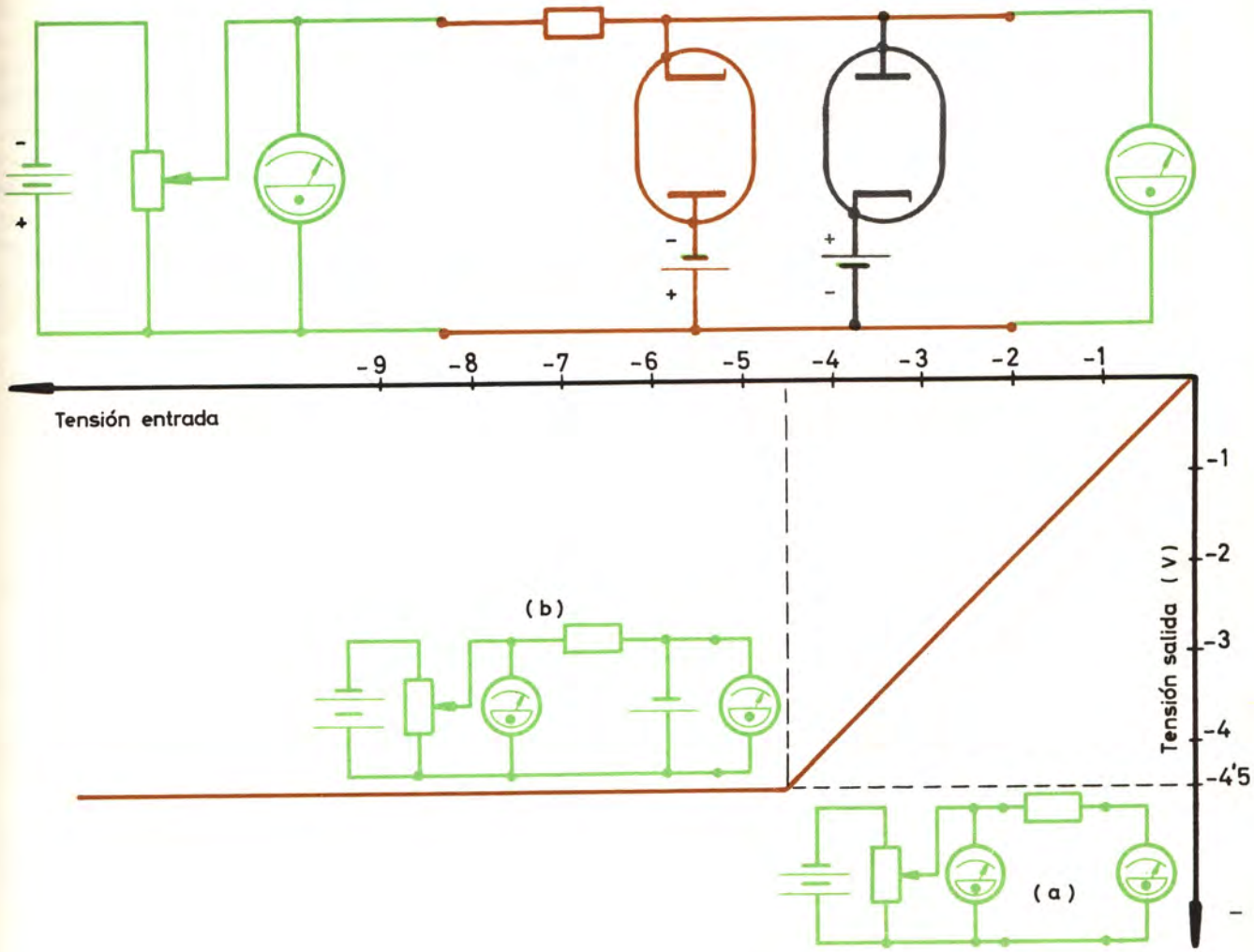
Ahora bien; si la tensión que aplicamos a la entrada es mayor de 4'5 V, el diodo conduce y cualquier aumento de potencial queda absorbido por la resistencia R. La aguja del voltímetro se estaciona indicando +4'5 V, ya que al ser conductor el diodo D_1 es como si el voltímetro estuviese directamente conectado a la pila que lo polariza.



Al aplicar tensiones positivas a la entrada del limitador es como si el diodo D_1 no existiera, ya que nunca conducirá; por otra parte, mientras la tensión positiva aplicada a la entrada no exceda a los 4'5 V tampoco D_2 conduce, y, por tanto, el montaje se comporta como si sólo estuviese compuesto por los elementos que aparecen en a), si por el contrario esa tensión es mayor el diodo D_2 conduce y el montaje se comporta tal como se indica en b).

COMPORTAMIENTO CON TENSIONES NEGATIVAS A LA ENTRADA

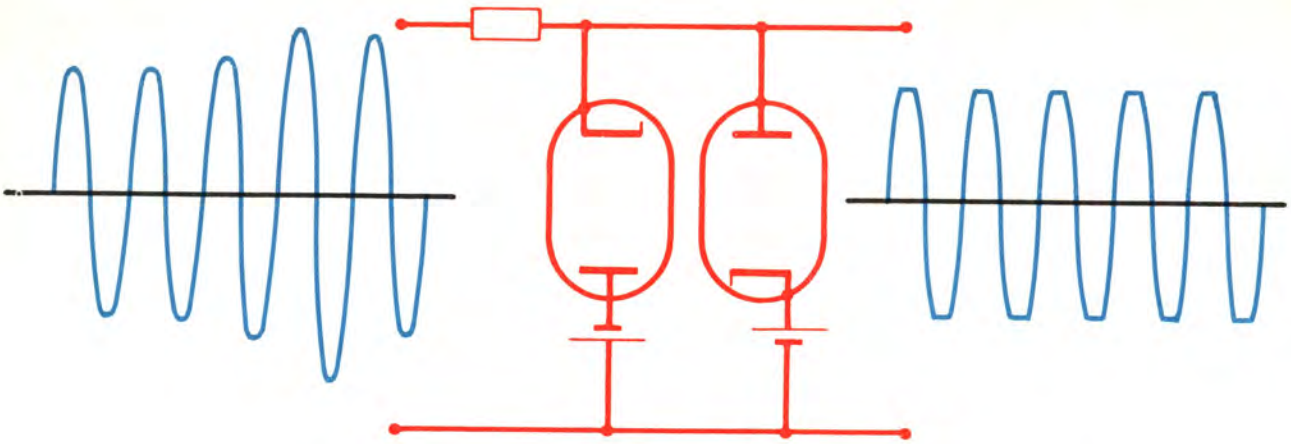
Se comprende fácilmente que si invertimos la polaridad de la pila de 9 V, a fin de poder aplicar tensiones negativas a la entrada del limitador, y procedemos como en el caso anterior, obtendremos un gráfico similar, que relacionará la tensión de entrada con la tensión de salida cuando ambas son negativas. En estas circunstancias es el diodo D_1 en lugar del D_2 el que impide que la tensión de salida pueda llegar a tener un valor mayor de 4'5 V.

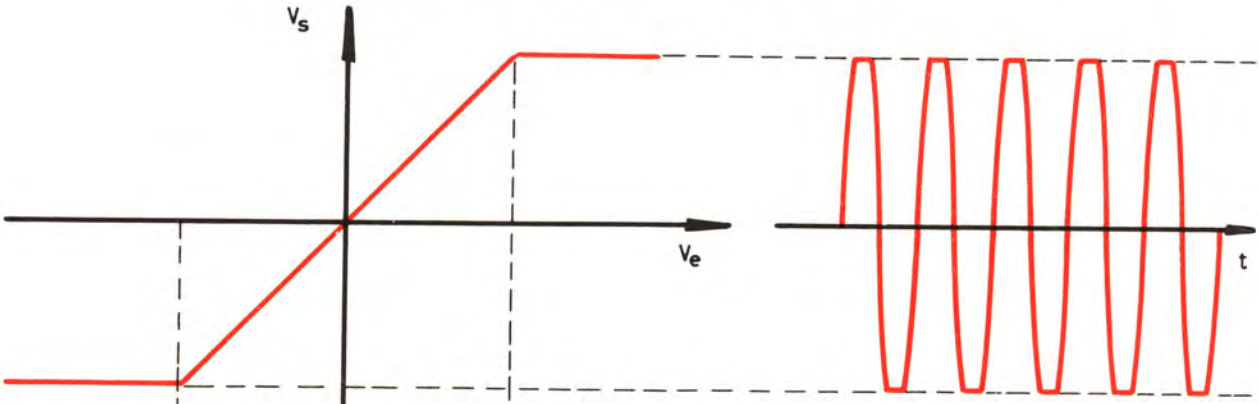


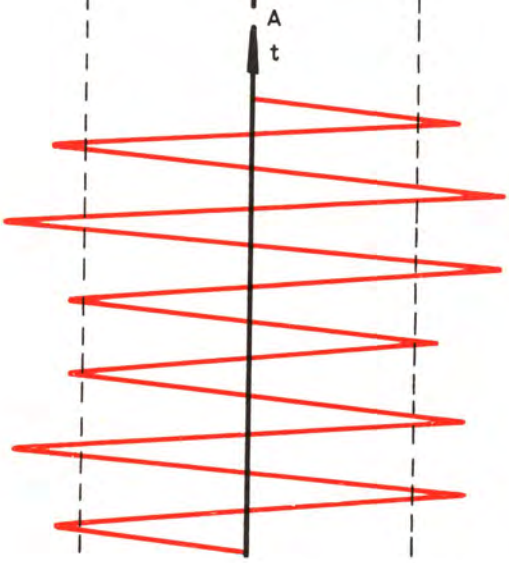
Al aplicar tensiones negativas a la entrada del limitador es como si el diodo D_2 no existiera, ya que nunca conducirá; por otra parte, mientras la tensión negativa aplicada no exceda de 4'5 V, tampoco D_1 conduce, y, por tanto, el montaje se comporta como si sólo estuviese compuesto por los elementos que aparecen en a) ,si por el contrario esa tensión es mayor el diodo D_1 conduce y el montaje se comporta como se indica en b).

COMPORTAMIENTO CONTENSIONES ALTERNAS` A LA ENTRADA

Reuniendo en uno sólo los dos resultados, obtenemos un gráfico que indica el comportamiento del limitador tanto frente a tensiones positivas como frente a tensiones negativas. En particular, es especialmente útil para comprender cómo este dispositivo consigue eliminar las variaciones de







amplitud de las señales alternas aplicadas a la entrada. El gráfico adjunto es suficientemente explícito a este respecto.

La observación de ese gráfico plantea dos cuestiones:

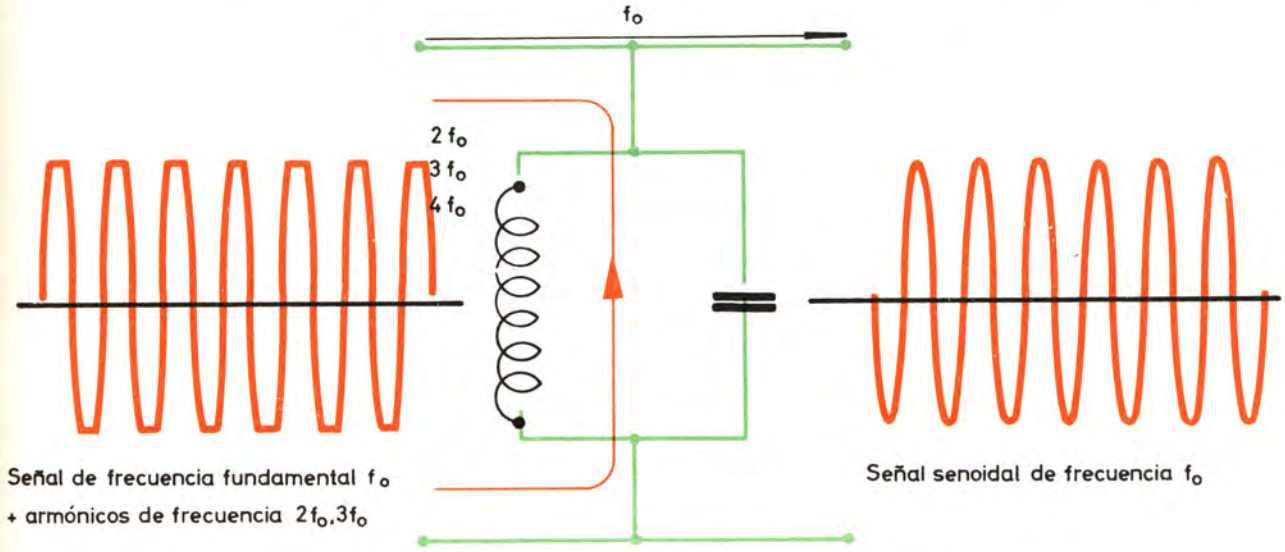
1. La amplitud de la señal a la salida será constante, sólo en el caso de que incluso los picos de mínima amplitud de la señal a la entrada tengan un valor igual, por lo menos, a la f.e.m. de las pilas utilizadas para polarizar los diodos; en el ejemplo, 4'5 V.
2. A la salida (debido al proceso de descrestado a que han sido sometidas) las señales están lejos de ser senoidales; más bien se asemejan a una onda rectangular.

La primera cuestión nos indica que antes de aplicar las señales al limitador conviene amplificarlas todo lo posible a fin de asegurar una limitación eficaz.

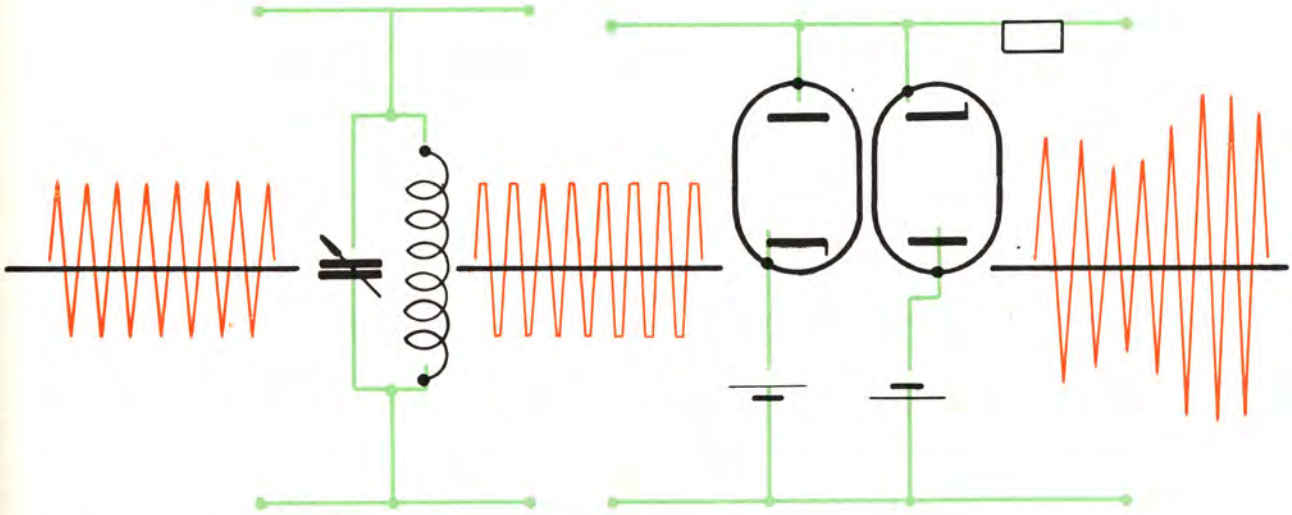
También puede pensarse en utilizar pilas de menor f.e.m. para la polarización de los diodos; pero es preciso tener en cuenta que cuanto menor sea esa f.e.m. menor será también la amplitud de las señales que el limitador aplicará al discriminador, y por tanto menor también la de las señales detectadas.

Por lo que se refiere a la segunda cuestión, tiene menor importancia de lo que puede parecer a primera vista, puesto que si estas señales se aplican a un circuito resonante ajustado a su frecuencia, queda nuevamente restituida la forma senoidal, ya que la deformación experimentada se traduce en la aparición de armónicos de la frecuencia fundamental, y para estos armónicos el mencionado circuito resonante se comporta como un cortocircuito.

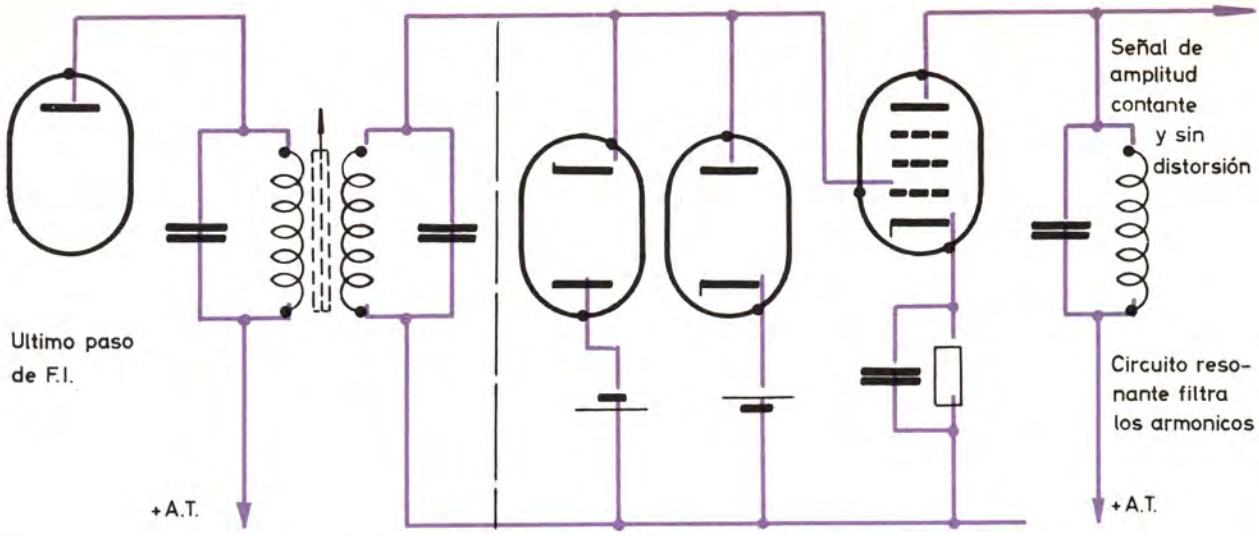
Un detalle práctico a tener en cuenta es que la resistencia R (que, como se comprende es fundamental en el funcionamiento del limitador, ya que absorbe el exceso de tensión aplicada a la entrada) no aparece en los montajes prácticos: su función la desempeña la resistencia interna del paso anterior; es decir, del amplificador de F.I.



Al aplicar una señal de frecuencia f_o y forma no senoidal a un circuito resonante ajustado a la frecuencia f_o, los diversos armónicos son eliminados y a la salida obtenemos una señal senoidal pura.



Para eliminar la distorsión introducida por el limitador se puede aplicar la señal a un circuito resonante.



Esta sería la disposición práctica de un limitador con diodos polarizados. La resistencia R del limitador está sustituida por la resistencia interna del último paso de F.I y el circuito resonante que filtra los armónicos está incluido en el circuito de placa de un pentodo y forma parte, en realidad, del paso siguiente, es decir, del discriminador.

LIMITADOR CON DIODOS DE CRISTAL NO POLARIZADOS

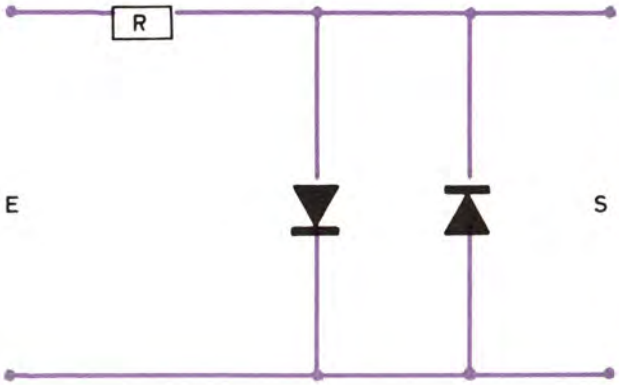
Es un limitador basado en el modelo anterior, pero que tiene la ventaja de no precisar tensiones de polarización para su funcionamiento. Es obvio que siempre resulta engorroso incluir pilas en un circuito electrónico; y por otra parte no es fácil obtener esas tensiones a partir de la fuente de alimentación, sobre todo por lo que respecta a la tensión negativa que polariza el diodo D_1, ya que las fuentes de alimentación ordinarias suministran únicamente tensión alterna para el caldeo de los filamentos o continua positiva para las placas y pantallas de las diversas válvulas.

El esquema de este limitador aparece en la figura inmediata.

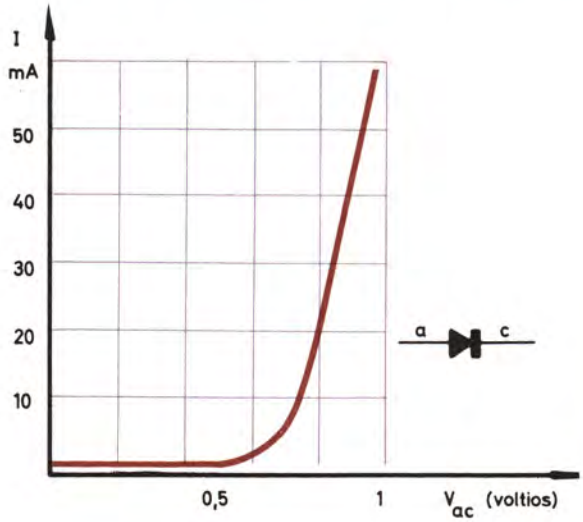
En principio puede parecer que este limitador no proporcionará tensión alguna a la salida, ya que cualquiera que sea la polaridad de la tensión aplicada a la entrada, uno u otro de los dos diodos conducirá.

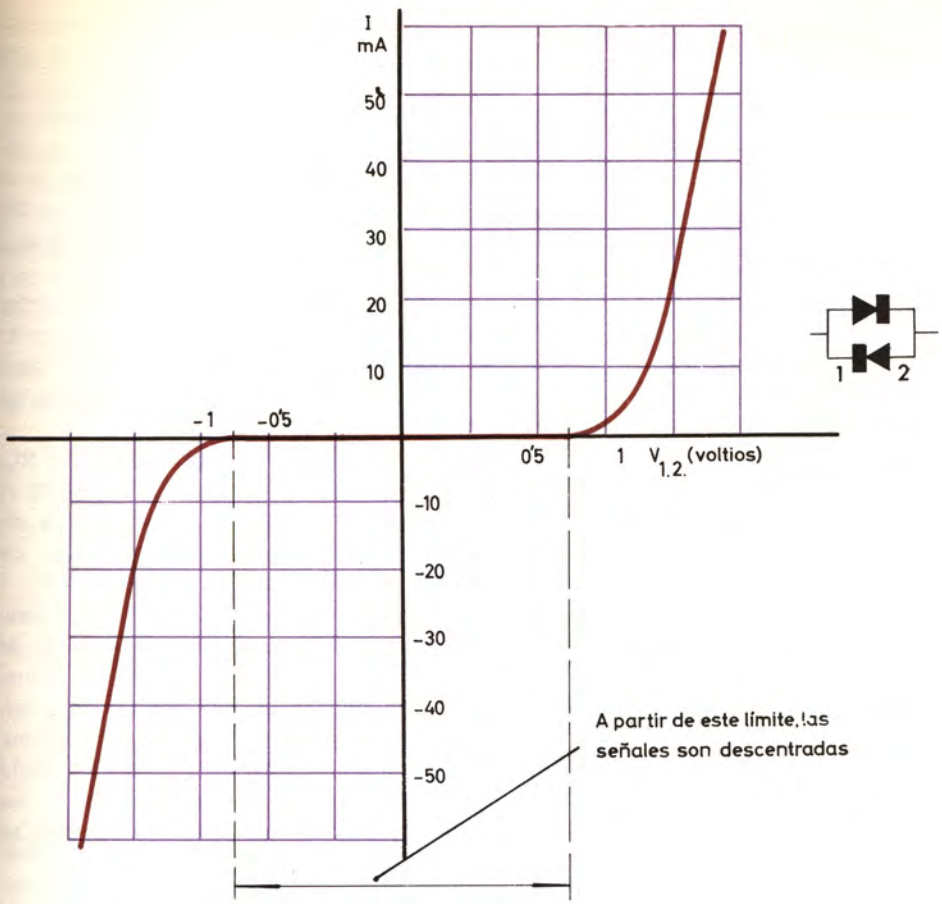
En realidad las cosas no ocurren exactamente así, puesto que en este caso se emplean diodos de silicio, cuya característica presenta un *codo inferior* muy acusado; de tal manera que para que el diodo pueda ser considerado como un conductor no basta con que el ánodo sea positivo respecto al cátodo, sino que la d.d.p. entre uno y otro debe exceder de un cierto valor, que varía de unos tipos a otros pero que puede estimarse en 0'5 V aproximadamente.

La característica que en conjunto presentan los diodos montados en oposición —es decir, tal como están en el limitador que estamos conside-



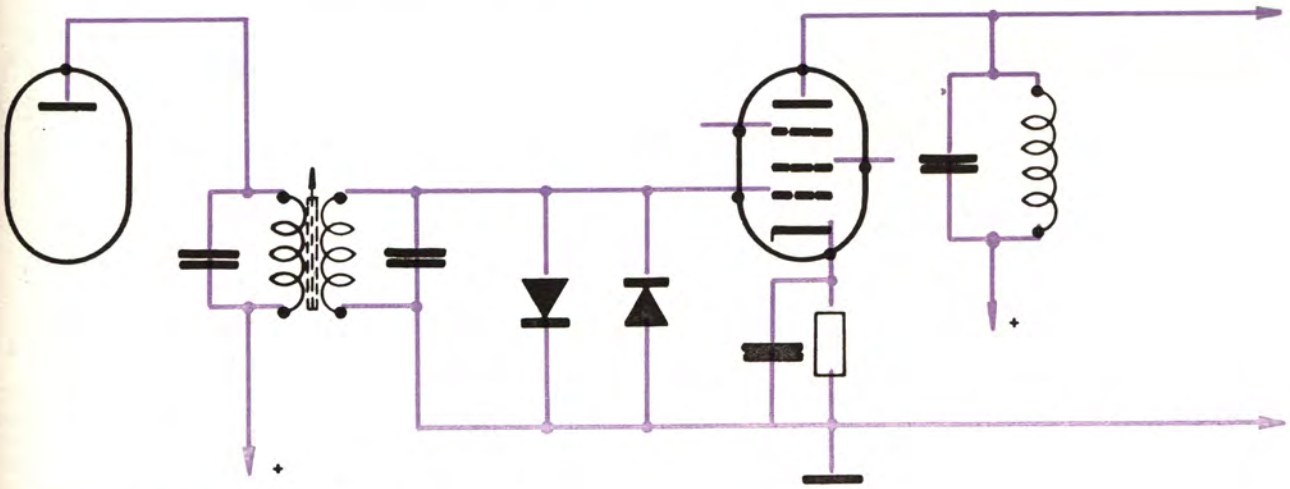
Limitador con diodos de cristal no polarizados.





rando— es la que puede apreciarse en el gráfico, de donde puede deducirse que mientras las tensiones de entrada no sobrepasen el valor de 1 V_{pp} aparecerán sin modificación a la salida, dado que los diodos no conducen; pero, en cambio, las tensiones de entrada de amplitud mayor quedarán descrestadas y a la salida también presentarán una amplitud del orden de 1 V_{pp}.

En los montajes prácticos de este tipo de limitador (al igual que en el anterior) no aparece la resistencia R, ya desempeña su papel la resistencia interna del paso anterior.



Limitador con diodos de cristal.

LIMITADOR POR SATURACION

Los dos tipos de limitador estudiados tienen el indudable mérito de su simplicidad; pero también el notable inconveniente de que durante su funcionamiento normal las señales de salida tienen menor amplitud que a la entrada, y por tanto no solamente no contribuyen a aumentar la sensibilidad del receptor, sino que la disminuyen.

Existen, en cambio, circuitos limitadores que proporcionan a la salida tensiones cuya amplitud, además de ser constante, es mayor que la tensión de entrada. Ello se consigue encomendando la misión de limitar la amplitud de las señales a una válvula con más de dos electrodos de la cual se aprovechan, además, sus cualidades amplificadoras.

El principio de funcionamiento nos es ya conocido, puesto que fue expuesto en la lección 13 al hablar del detector por rejilla. Allí se dice, en efecto, que este tipo de detector está expuesto a un inconveniente en su funcionamiento, pues cuando la amplitud de las señales a la entrada es excesiva se produce el fenómeno de la *saturación*, que consiste sencillamente en que a la salida ha desaparecido todo rastro de la señal moduladora y lo único que se encuentra es una señal de A.F. de amplitud constante. La figura que aparece en la página 25 de la citada lección es suficientemente explícita.

En AM., desde luego, la saturación era un inconveniente, pues precisamente son las variaciones de amplitud las que contienen la información que deseamos recibir; pero en FM las variaciones de amplitud son únicamente debidas a los parásitos e interferencias, y por tanto sólo podemos esperar beneficios de su supresión.

El esquema de un *limitador por saturación* es, básicamente, el de un detector por rejilla con ligeras variantes justificadas en primer lugar, por el hecho de que ahora lo que primordialmente interesa es que se produzca la saturación y no la detección de las variaciones de amplitud; y en segundo lugar porque este dispositivo debe trabajar a frecuencias relativamente altas, a 10'7 Mc/s concretamente.

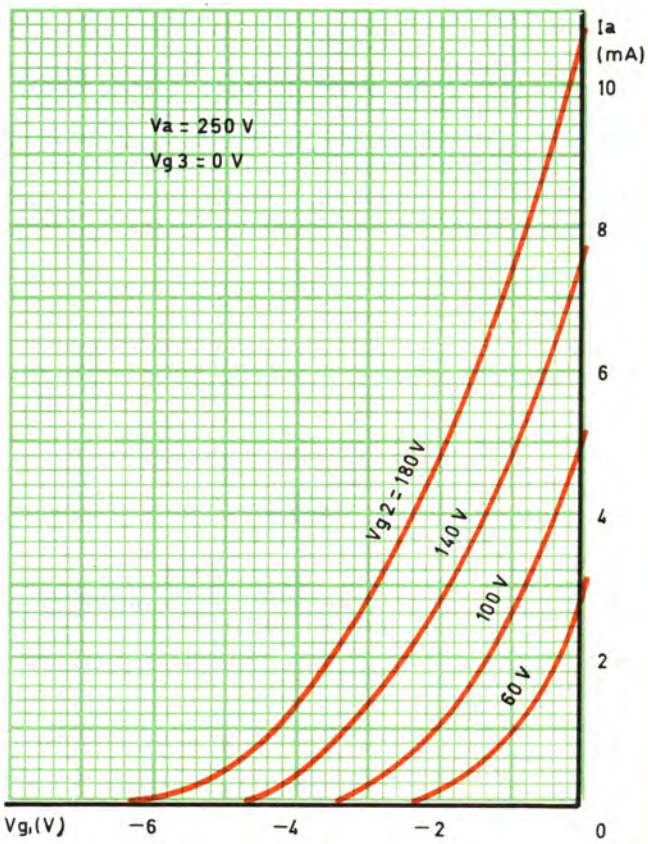
Puesto que no vamos a hacer trabajar el dispositivo como detector, en el circuito de placa no va incluido ni un auricular ni tan siquiera un grupo RC para filtrar las señales de A.F., pues ahora nos interesa que la señal de salida siga siendo como la de entrada de A.F. y la única condición que imponemos es que tenga amplitud constante.

En el circuito de placa va incluida, pues, una simple resistencia de carga o —lo que todavía es mejor— un circuito resonante ajustado a la frecuencia de las señales (es decir, a 10'7 Mc/s), pues de esta forma se consigue que la tensión de salida tenga forma senoidal a pesar del *descrestado* a que se someten las señales a la entrada.

Por supuesto que este circuito resonante debe tener un ancho de banda suficiente para no sólo permitir el paso de las señales de 10'7 Mc/s, sino también de las bandas laterales que aparecen en la modulación de frecuencia.

Otro detalle de interés es que el grupo RC, que en el detector de rejilla va incluido entre el terminal activo de la bobina de sintonía y la rejilla, en el limitador de saturación se conecta, en cambio, entre el otro terminal y masa.

Veamos la razón de este cambio. Según sabemos, en los amplificadores de alta frecuencia de varios pasos las conexiones largas en los terminales de rejilla o placa pueden dar lugar a la aparición de realimentación positiva, con la consiguiente inestabilidad y peligro de oscilación. Se habló de ello al tratar de los amplificadores de F.I. en los receptores de AM; es obvio que si es preciso



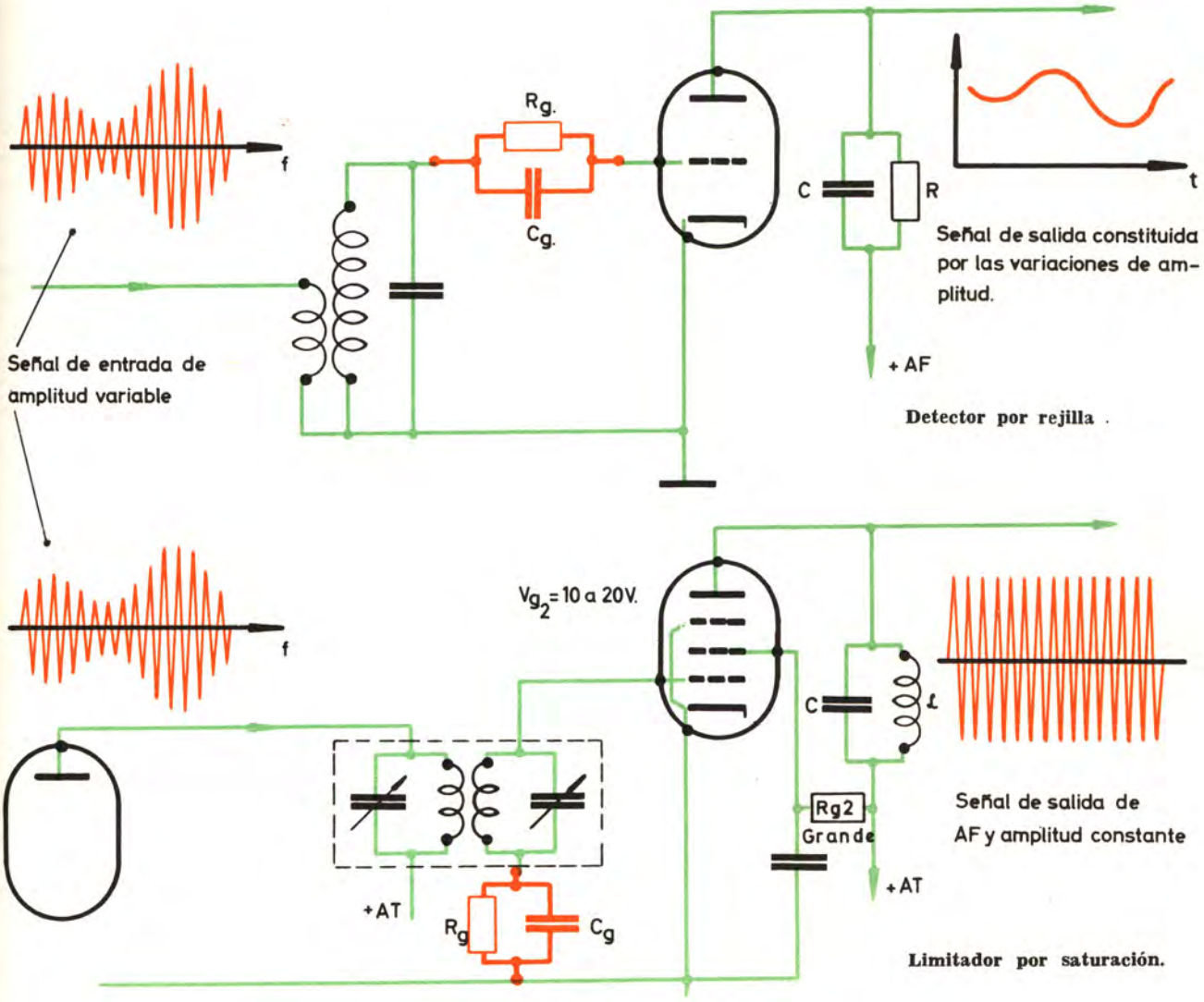
tomar precauciones en un circuito que trabaja a 470 Kc/s, mayor cuidado habrá que poner en un circuito que trabaje a 10'7 Mc/s. Se comprende que colocar ese grupo RC conectado a la rejilla alargaría la conexión de una forma innecesaria; y de ahí la modificación indicada.

Aunque situado en otro punto, el grupo RC sigue incluido dentro del circuito rejilla-cátodo y el funcionamiento sigue siendo el mismo que se estudió en la lección 13.

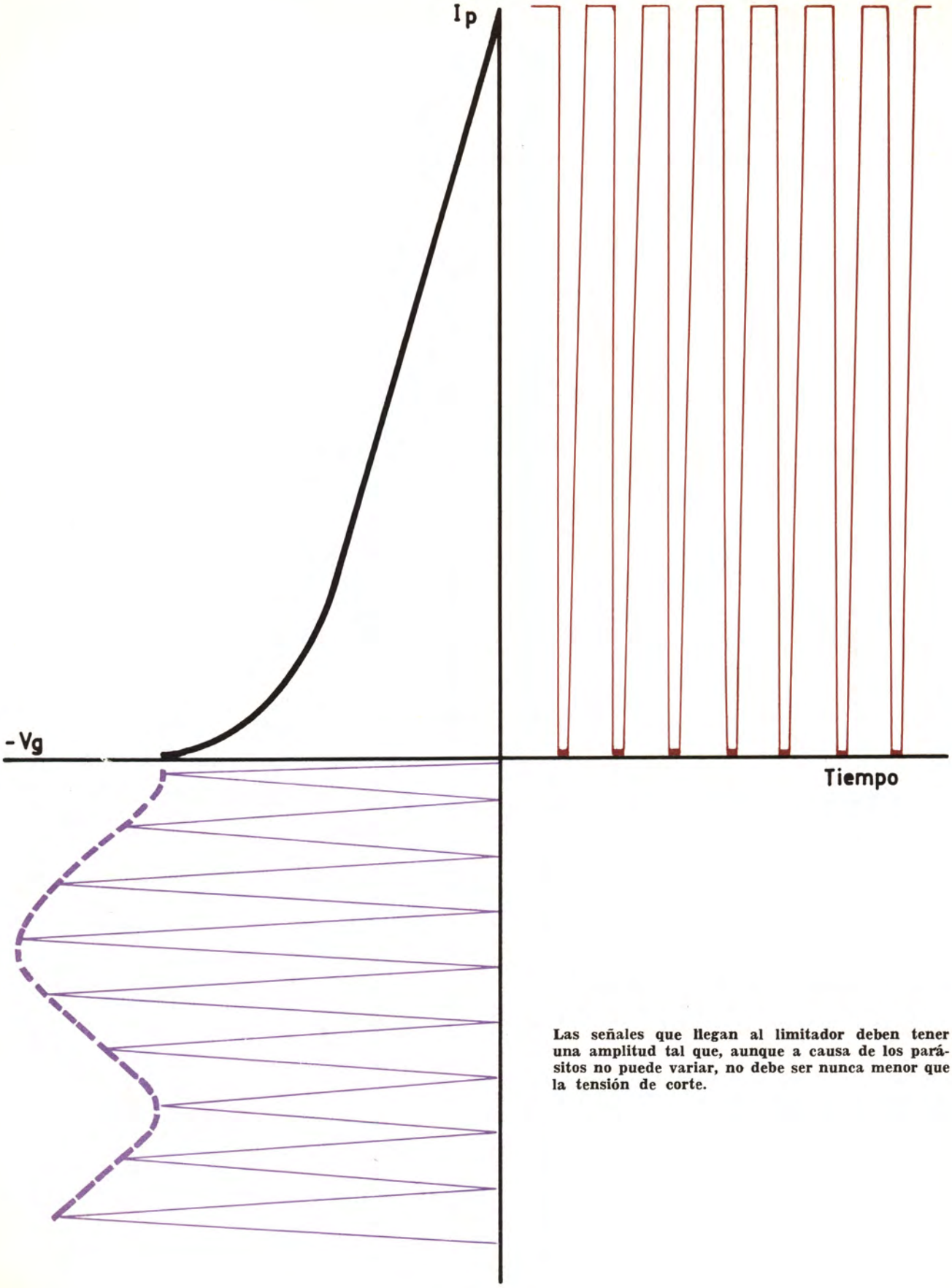
También se ha hablado de que el funcionamiento de los triodos en frecuencias muy altas no es del todo satisfactorio, al menos en montajes ordinarios. Esta es una de las razones que aconsejan utilizar pentodos y no triodos.

Otra razón que hace preferible el uso de los pentodos es que con ellos la saturación puede conseguirse más fácilmente que en los triodos, puesto que la tensión de corte puede hacerse muy reducida si se tiene la precaución de alimentar la pantalla con una tensión más baja que la que se recomienda para su funcionamiento ordinario.

El gráfico adjunto es una serie de características de rejilla de la válvula EF86, correspondientes todas ellas a la misma tensión de placa (250 V) y a diversas tensiones de pantalla.



El limitador de saturación está derivado del detector por rejilla, del que difiere fundamentalmente únicamente por el hecho de que el limtiador debe trabajar siempre saturado.
Observe la distinta situación que en uno y otro montaje tiene el grupo R_g-C_g y también que el grupo R-C, que en el detector elimina los picos de A.F, en el limitador ha sido sustituido por un circuito L.C resonante a 107' Mc/s.



Las señales que llegan al limitador deben tener una amplitud tal que, aunque a causa de los parásitos no puede variar, no debe ser nunca menor que la tensión de corte.

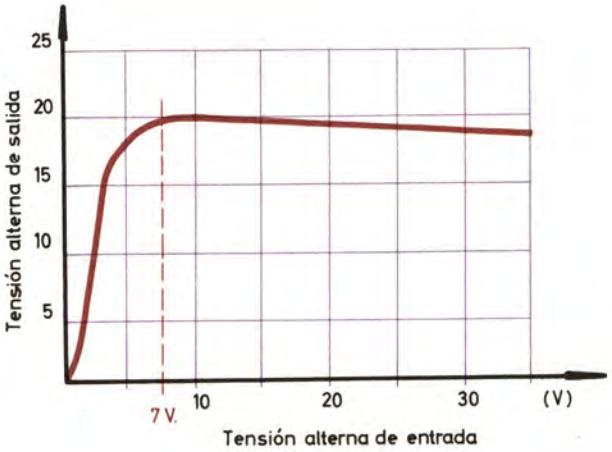
Puede apreciarse claramente que cuando la tensión de pantalla es de $V_{g2} = 60$ V la tensión de corte es mucho menor que la que corresponde a la característica $V_{g2} = 180$ V.

Ciertamente que la EF86 no es una válvula adecuada para trabajar en alta frecuencia; pero el fenómeno ilustrado tiene lugar en todo tipo de pentodos.

Es evidente que, puestos a conseguir una limitación eficaz, conviene que la tensión de corte sea pequeña. En principio, pues, no resultan adecuados para este fin los pentodos de *pendiente variable*.

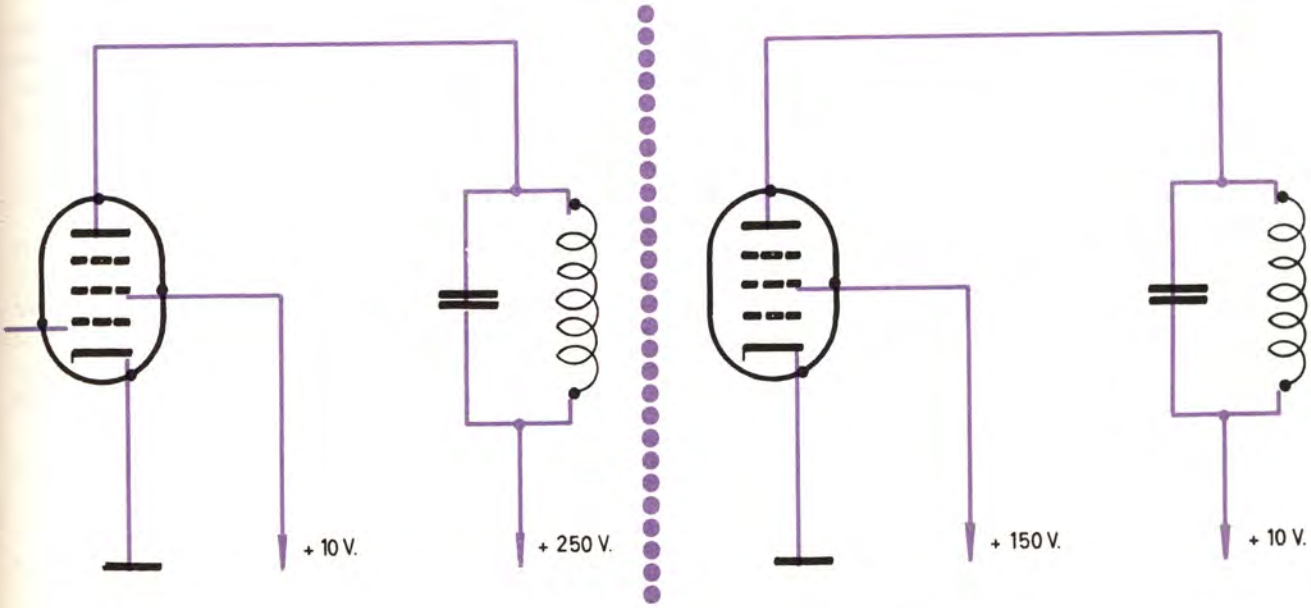
En la práctica los limitadores de saturación que utilizan pentodos precisan para su correcto funcionamiento una tensión mínima de entrada de unos 5 voltios, de manera que el amplificador de F.I. debe proporcionar a la salida tensiones que como mínimo sean del orden de 5 V (mejor aun si son mayores) si se pretende que la recepción tenga lugar libre de ruidos.

En el gráfico próximo aparece la curva que relaciona la tensión de entrada con la tensión de salida en un típico limitador con pentodo. Como puede apreciarse, la *limitación* aparece, en este caso concreto, para tensiones de entrada del orden de unos 7 voltios. Vemos también que en estas condiciones la salida es de unos 20 V; por tanto, el montaje no sólo actúa de limitador, sino que es capaz de proporcionar una ganancia adicional.



Cierto que la ganancia que se obtiene no es muy grande; y la verdad es que no puede serlo, ya que para que el limitador trabaje correctamente, es preciso que la amplitud de las señales de entrada sea mayor que la amplitud de las señales de entrada sea mayor que la de corte de la válvula. Y en estas condiciones, por así decirlo, parte de esa señal es desaprovechada.

También pueden conseguirse montajes limitadores muy eficaces utilizando pentodos, en los cuales es la placa y no la pantalla la que se alimenta con una tensión anormalmente baja.



Para conseguir un buen funcionamiento de los pentodos como limitadores puede subalimentarse bien sea la pantalla bien la placa.

LIMITADORES DE UMBRAL FIJO

Todos los limitadores estudiados hasta aquí tienen una característica común: LA LIMITACIÓN DE LA AMPLITUD DE LAS SEÑALES TIENEN LUGAR ÚNICAMENTE A PARTIR DE UN CIERTO NIVEL DE LA SEÑAL DE ENTRADA.

En efecto: *en el limitador con diodos polarizados,* la limitación no empieza hasta que la amplitud de las señales de entrada supera la f.e.m. de las pilas de polarización; *en el limitador con diodos de cristal,* hasta que las señales de entrada superan el codo inferior de la característica; y *en los limitadores de saturación* no existe limitación más que para las señales cuya amplitud supera el valor de la tensión de corte del pentodo.

En todos ellos, pues, la limitación empieza a partir de un valor de saturación de entrada perfectamente determinado para cada montaje, valor al que se denomina TENSIÓN UMBRAL DEL LIMITADOR o simplemente UMBRAL.

De acuerdo con lo dicho, estos limitadores deben clasificarse como DE UMBRAL FIJO. Dos son los puntos característicos del funcionamiento de un limitador de umbral fijo:

1. Cuando la tensión de entrada se mantiene por encima de la tensión umbral, la tensión de salida presenta una amplitud constante aunque la primera ofrezca variaciones de amplitud.

2. Si la tensión de entrada es inferior a la tensión umbral y presenta variaciones de amplitud, esas variaciones de amplitud se manifiestan también en la tensión de salida.

Evidentemente, un receptor de FM que utilice un limitador de este tipo proporcionará una audición limpia de ruidos parásitos en tanto la amplitud de las señales que el amplificador de F.I. aplique a ese limitador sea superior al umbral; caso contrario, los ruidos pasan a través del limitador y son detectados.

Si suponemos, por ejemplo, que el limitador tiene un umbral de 5 voltios, habida cuenta de que un buen receptor de FM debe proporcionar una audición cómoda con señales de antena de muy pocos microvoltios (digamos de unos 5 μV), resulta que para convertir los 5 μV inducidos en la antena en los 5 V requeridos por el limitador, el amplificador de F.I. y el de A.F. deben presentar en conjunto una ganancia de:

$$G = \frac{5\ V}{5\ \mu V} = \frac{5}{0'000005} = 1.000.000$$

Esta es una cifra muy respetable; y aunque es ciertamente posible construir los pasos de A.F. y F.I. de un receptor de forma que presenten tal ganacia, también es cierto que un receptor con amplificadores de esas características resulta a un precio en consonancia.

En general los limitadores de *umbral fijo* requieren amplificadores de muy elevada ganancia y mayor precio. Se comprende que estos limitadores sólo se utilicen en receptores de gran categoría.

En contrapartida su funcionamiento es extraordinariamente efectivo.

Abordemos otra cuestión: actualmente la gran mayoría de los receptores comerciales son *receptores mixtos,* o sea, receptores que detectan señales de AM y de FM; tan sólo se precisa accionar un conmutador para que el aparato pase de funcionar en AM a hacerlo en FM y viceversa.

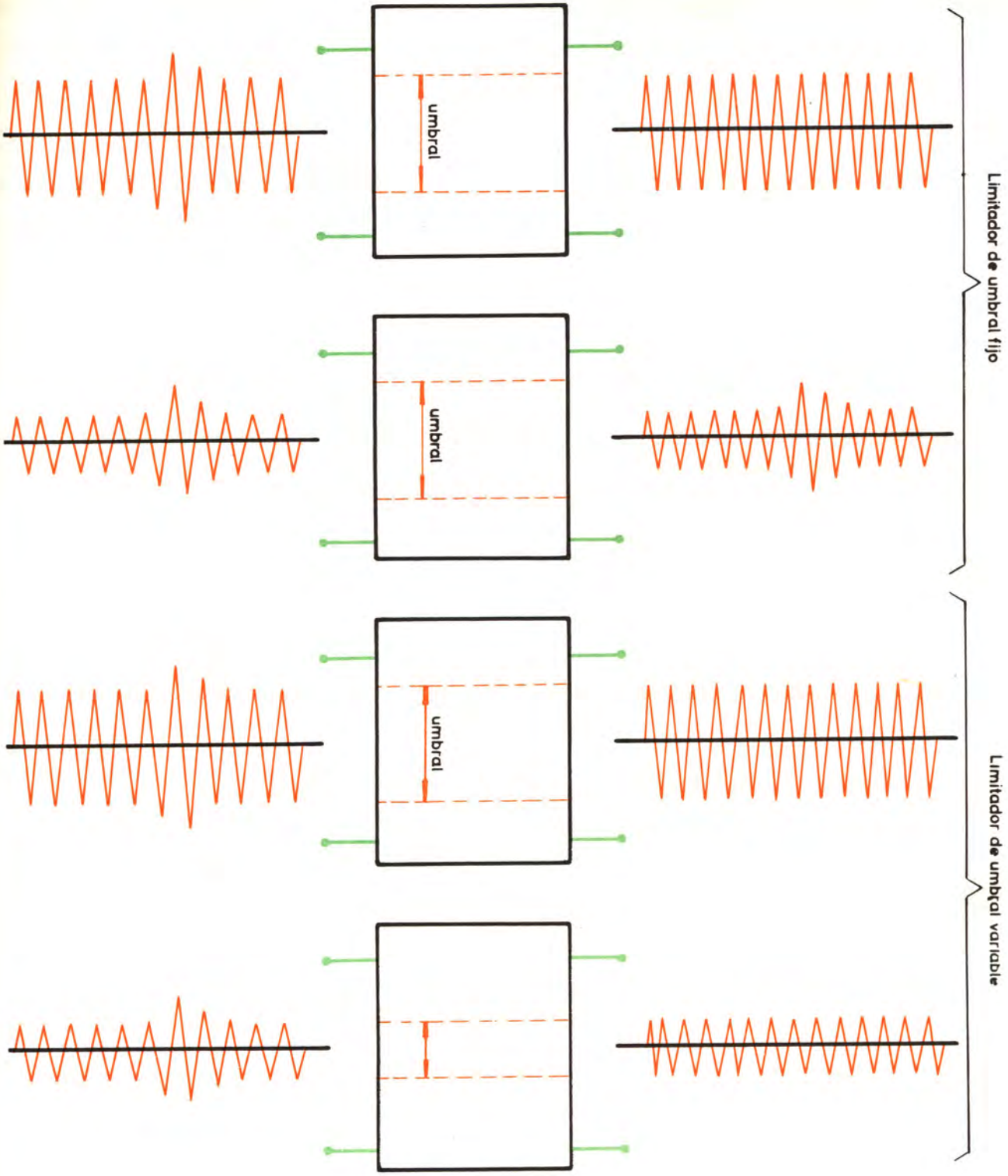
Las dos válvulas que en estos receptores forman parte de los circuitos de AM se utilizan también para los circuitos de FM, lo cual, evidentemente, representa una notable economía.

Esta solución, empero, ofrece una desventaja: las ganancias para las señales de FM que pueden obtenerse de los pasos de A.F. y de F.I. son, en general, bastante menos elevadas que la ganancia citada anteriormente.

En receptores de este tipo puede estimarse que la ganancia es del orden de G = 100.000. Por tanto, si estos receptores se equipasen con un limitador de umbral fijo como el indicado, muchas señales que no llegarían a alcanzar el umbral del limitador se percibirían mezcladas con toda clase de interferencias.

Pues bien; en estos casos resulta ventajoso el empleo de un tipo especial de limitador cuya característica principal radica en el hecho de que su umbral se ajusta automáticamente al nivel de la señal que se aplica a su entrada y que únicamente elimina las variaciones bruscas de amplitud ocasionadas por los parásitos o las interferencias.

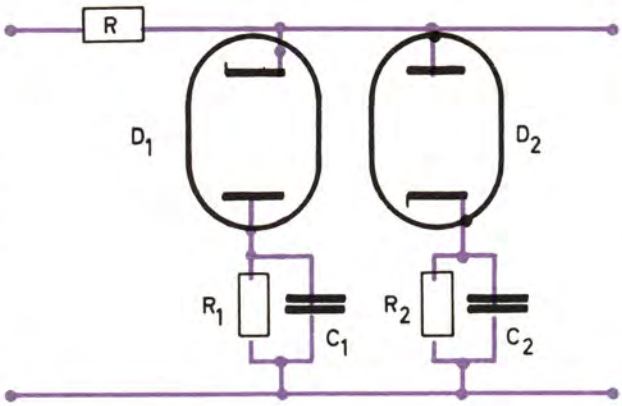
Estos son los llamados LIMITADORES DE UMBRAL VARIABLE.



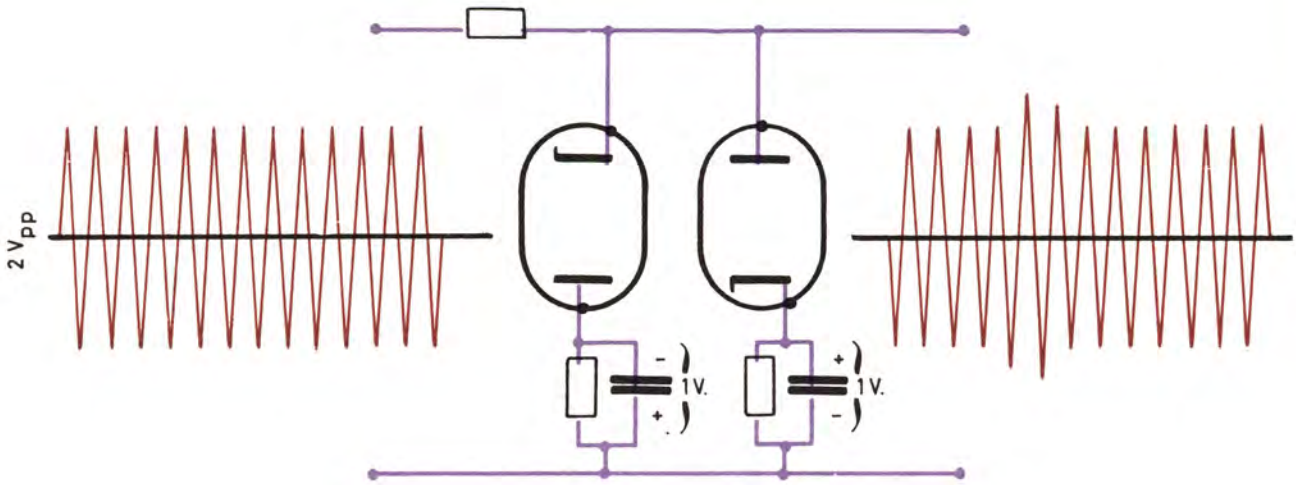
Aquí queda simbolizada la diferencia de funcionamiento de los limitadores de umbral fijo y de umbral variable. Observe cómo estos últimos consiguen eliminar los ruidos en señales de pequeña amplitud, pues su umbral queda automáticamente ajustado a la amplitud de la señal.

LIMITADORES DE UMBRAL VARIABLE

En la figura adjunta puede ver el esquema de principio de un limitador de umbral variable. Puede comprobar que sólo se diferencia del limitador con diodos polarizados en el hecho de haber sustituido las pilas de polarización por sendos grupos resistencia-capacidad en paralelo. Estos conjuntos RC tienen una constante de tiempo mucho mayor que el período de las señales con las que ha de trabajar el circuito; de manera que si, por ejemplo, se aplica a la entrada una señal que por el momento supondremos de amplitud constante e igual a 2 V_{pp}, un diodo conducirá durante los semiperíodos negativos y el otro durante los positivos; de manera que, a poco de haber aplicado la señal a la entrada, los condensadores se habrán cargado hasta alcanzar la tensión de pico; es decir: +1 V es uno de ellos y —1 V en el otro. El porqué de este fenómeno queda ampliamente explicado en la lección 9 al hablar de la rectificación y filtrado de corrientes alternas.



Limitador de umbral variable.



Una vez cargados los condensadores, este montaje se comporta como si fuese un limitador con diodos polarizados. En este caso concreto, polarizados mediante pilas de 1 V de f.e.m.

En efecto: si suponemos que la antena ha captado un estático durante un cierto lapso de tiempo, esta causa hará que la amplitud de la señal que llega a la entrada del limitador sobrepase los 2 V_{pp}; todos los semiciclos cuya amplitud sea mayor de 1 V quedarán recortados, debido a que los diodos conducen a partir del instante en que la tensión de entrada sobrepasa el valor de 1 V.

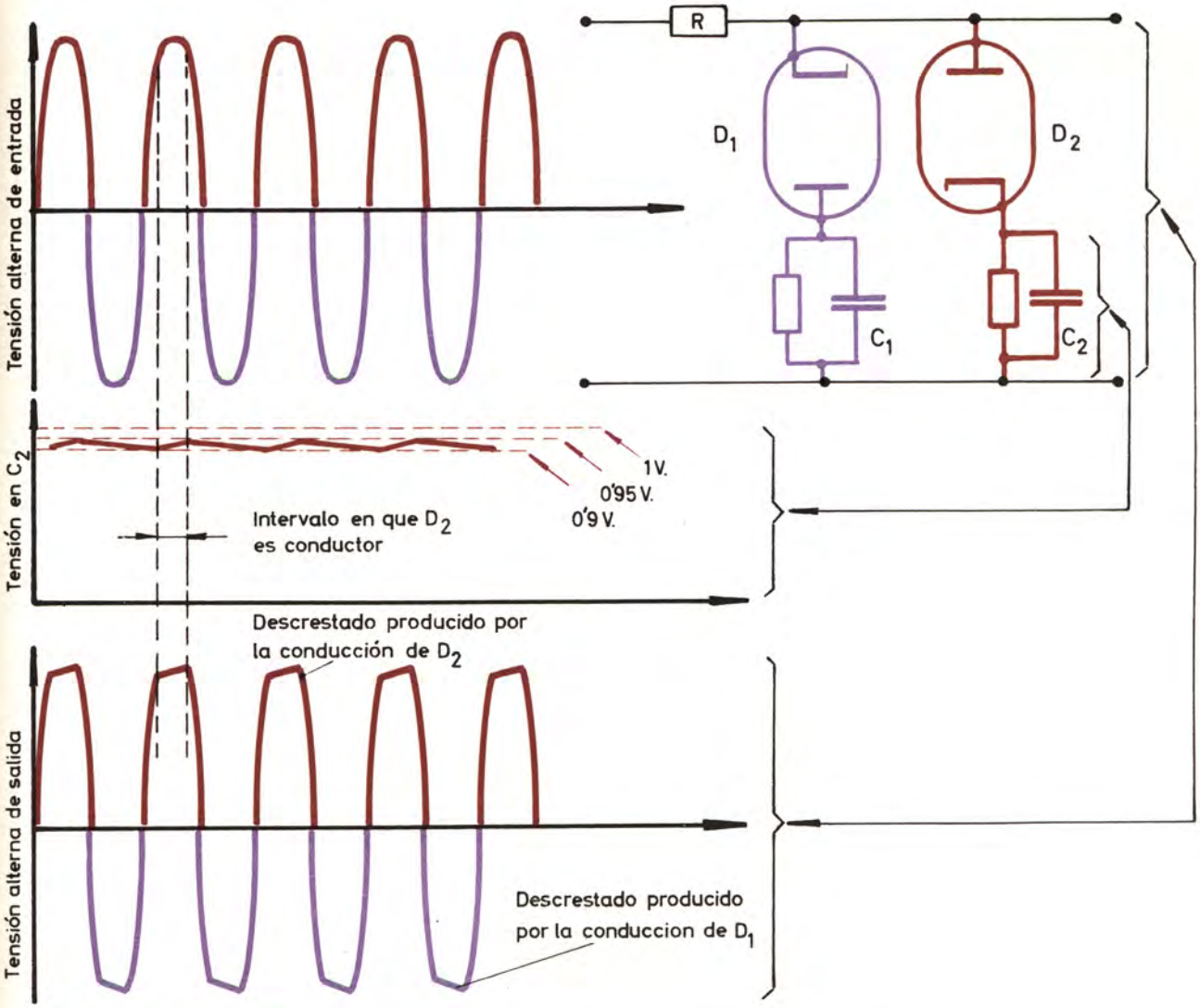
Entonces, la señal queda repartida entre la resistencia R y el grupo RC correspondiente; dada la elevada frecuencia de la señal, la impedancia del condensador es despreciable, lo que motiva que el exceso de tensión sea absorbido por la resistencia R y que no aparezca a la salida. En otras palabras: los semiperíodos, tanto negativos como positivos, cuya amplitud a la entrada sobrepase el valor de 1 V son recortados y aparecen a la salida con la amplitud de 1 V.

UNA CUESTION FUNDAMENTAL

Fijemos nuestra atención en un detalle fundamental: INCLUSO CUANDO LA AMPLITUD DE LA SEÑAL DE ENTRADA ES CONSTANTE Y DE 2 V_{pp}, LOS SEMICICLOS APARECEN A LA SALIDA LIGERAMENTE RECORTADOS.

La razón es fácil de comprender; para conseguirlo, vamos a considerar el diodo D_2 y el correspondiente grupo R_2C_c. Durante el tiempo en que el diodo no conduce, el condensador C se descarga ligeramente a través de la resistencia R, de forma que al llegar al nuevo semiciclo positivo la tensión en los extremos del citado condensador no es en rigor de 1 V, sino un poco menor; pongamos por caso 0'9 V. El resultado es que el diodo conduce durante el brevísimo intervalo de tiempo durante el cual el semiciclo positivo tiene tensión superior a la del condensador, produciéndose el fenómeno de descrestado antes indicado.

Durante ese breve tiempo en que el diodo conduce se repone la carga perdida por el condensador en el intervalo en que no hay conducción, con lo que la tensión entre sus extremos vuelve a subir, si bien no llega a alcanzar el valor de 1 V, sino algo menos. Digamos, para dar un ejemplo, que alcanza 0'95 V.



Cuando una señal de amplitud constante se aplica al circuito de la parte superior de la figura, la señal de salida aparece ligeramente descrestada debido a que los diodos conducen en los picos de la tensión de entrada a fin de reponer la carga perdida por los condensadores durante el intervalo de no conducción. La tensión en los condensadores no es rigurosamente uniforme.

Durante el nuevo intervalo de no conducción la carga del condensador vuelve a disminuir de forma que, finalmente, la tensión queda reducida nuevamente a 0'9 V cuando el diodo vuelve a conducir otra vez. Este proceso se repite indefinidamente, mientras la amplitud de la señal de entrada se mantiene en los 2 V_{pp} que hemos indicado.

Resumiendo:

1. La tensión del condensador es siempre algo menor que la de entrada.

2. La tensión del condensador no es rigurosamente uniforme, sino que experimenta ligeras variaciones, cosa que ya sabíamos puesto que se dijo en la lección 9.

En realidad, las variaciones de tensión en los extremos del condensador son menores que lo que hemos supuesto, ya que los valores indicados lo han sido únicamente a guisa de ejemplo. El fenómeno, empero, es fundamental, porque sin tenerlo en cuenta no es posible entender de qué forma ajusta automáticamente este circuito el valor de su umbral.

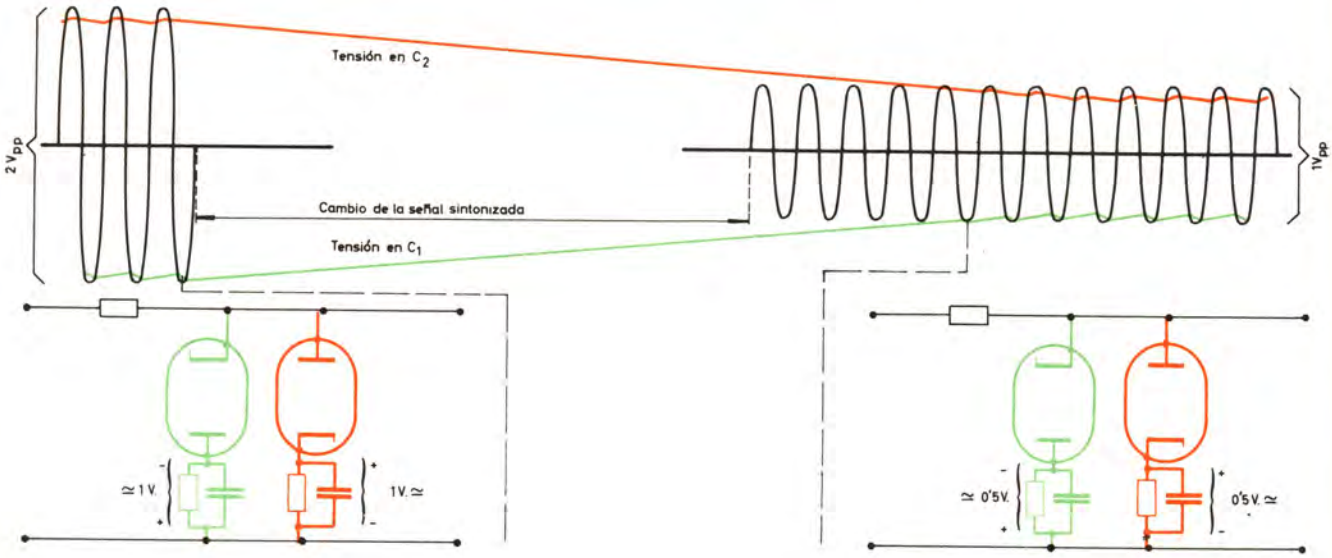
AJUSTE AUTOMATICO DEL UMBRAL

Supongamos ahora que con nuestro receptor de FM pasamos a sintonizar otra emisora cuya señal, por ser más débil que la anterior, aparece a la entrada del limitador únicamente con la amplitud de 1 V_{pp}.

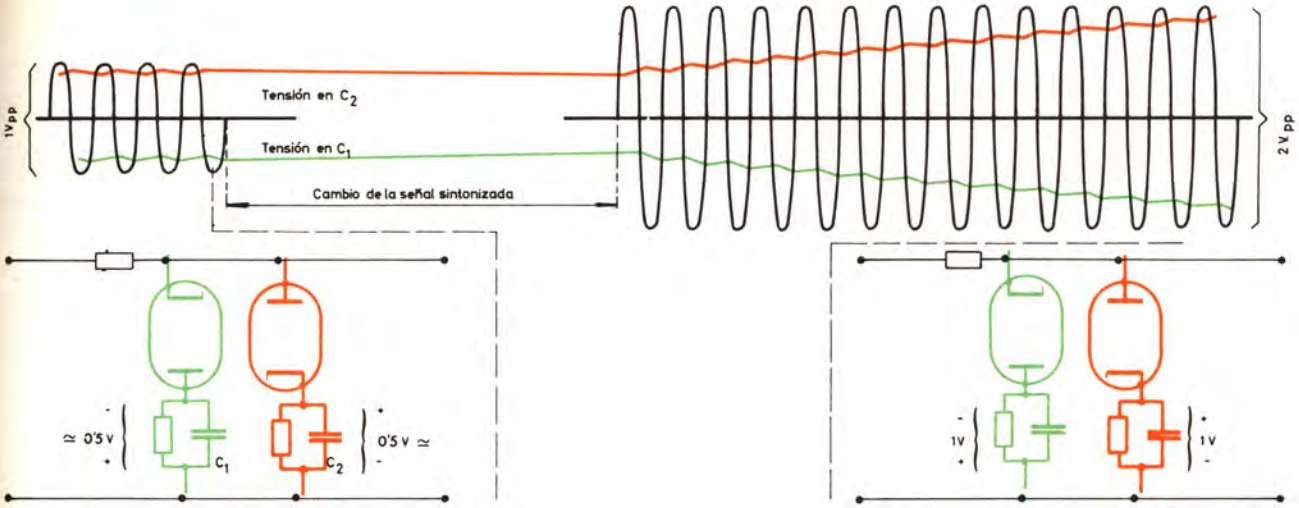
Evidentemente si el limitador de diodos estuviese equipado con pilas de 1 V en lugar de utilizar los grupos RC que hemos indicado esa señal aparecería mezclada con ruidos, puesto que el limitador no actuaría por tener su umbral superior a la amplitud de la señal. Ahora bien; es evidente que si los semiciclos tienen una amplitud de 0'5 V y los condensadores, en cambio, están cargados a una tensión superior cercana al valor de 1 V, los diodos no conducirán ni tan siquiera en los instantes en que se alcanzan los valores máximos de la tensión de entrada.

Resulta, pues, que ahora la carga perdida por los condensadores a través de su respectiva resistencia no se repone en cada semiciclo, de lo cual se deduce que la d.d.p. entre extremos disminuye continuamente hasta que se alcanza el valor de 0'5 V.

A partir de ese instante, los diodos empiezan a conducir y en cada período reponen la carga perdida por los condensadores durante el intervalo de no conducción. En resumen: la tensión en los extremos de los grupos RC queda fijada, final-



Al pasar de la sintonía de una portadora potente a otra más débil los condensadores del limitador se descargan hasta alcanzar una tensión ligeramente inferior al de pico de la nueva señal. De esta forma el umbral ha quedado ajustado al valor conveniente.



Al pasar de la sintonía de una portadora a otra más potente los condensadores del limitador se van cargando hasta adquirir la tensión de pico de la nueva señal de entrada. Observe que en tanto esa tensión no se alcanza los picos de la señal son descritos como si el aumento de amplitud hubiese sido debido a un ruido.

mente, en 0'5 V o, para ser exactos, en un valor ligeramente inferior.

Evidentemente, si ahora, debido a la captación de un parásito, la amplitud de la señal de entrada aumenta bruscamente durante breves instantes, los semiciclos afectados serán recortados y aparecerán a la salida con la misma amplitud que los demás; es decir, 0'5 V.

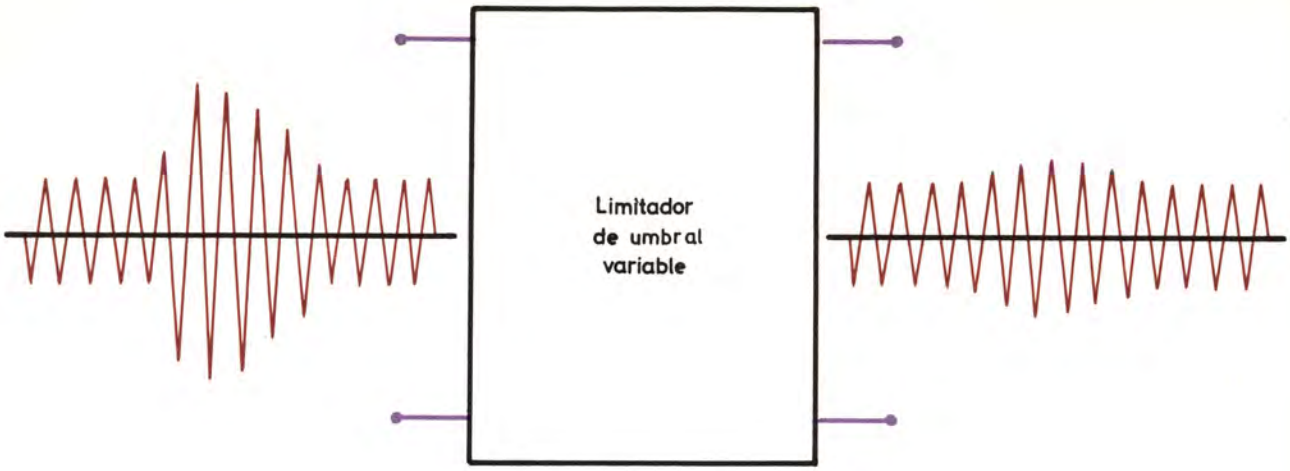
He aquí, pues, cómo se ha ajustado automáticamente el umbral del limitador a la amplitud de la señal de entrada.

El umbral se autoajusta de forma similar cuando se pasa de la recepción de una emisora débil a otra potente. Supongamos, por ejemplo, que volvemos a sintonizar la estación que proporcionaba 2 V_{pp} a la entrada del limitador. La tensión de entrada es muy superior a la presente entre los extremos de los condensadores; los diodos conducen y los primeros semiciclos de la señal serán recortados como si hubiesen sido originados por un parásito.

Ahora bien, a diferencia de este caso, la señal de entrada no vuelve rápidamente a su nivel inicial de 1 V_{pp}, sino que se mantiene en el valor de 2 V_{pp}. Durante los períodos de conducción los condensadores reciben más carga de la que pierden durante los de bloqueo, y por tanto su tensión aumenta paulatinamente hasta que por último se llega a la situación que antes hemos descrito: la carga que se reduce durante la conducción es igual a la pérdida durante el bloqueo y la tensión de los condensadores se mantiene entre 0'9 V y 0'95 V.

CONSIDERACIONES FINALES

Con lo que acabamos de decir se comprende que este tipo de limitador es eficaz en tanto que la duración de las variaciones de amplitud provocadas por un parásito sea breve en comparación con la constante de tiempo de los circuitos RC; puesto que en cuanto la perturbación de la amplitud se mantiene por largo tiempo el nivel de la señal de salida llega a modificarse de la misma forma que se modifica al pasar de la sintonía de una portadora a la de otra más potente.



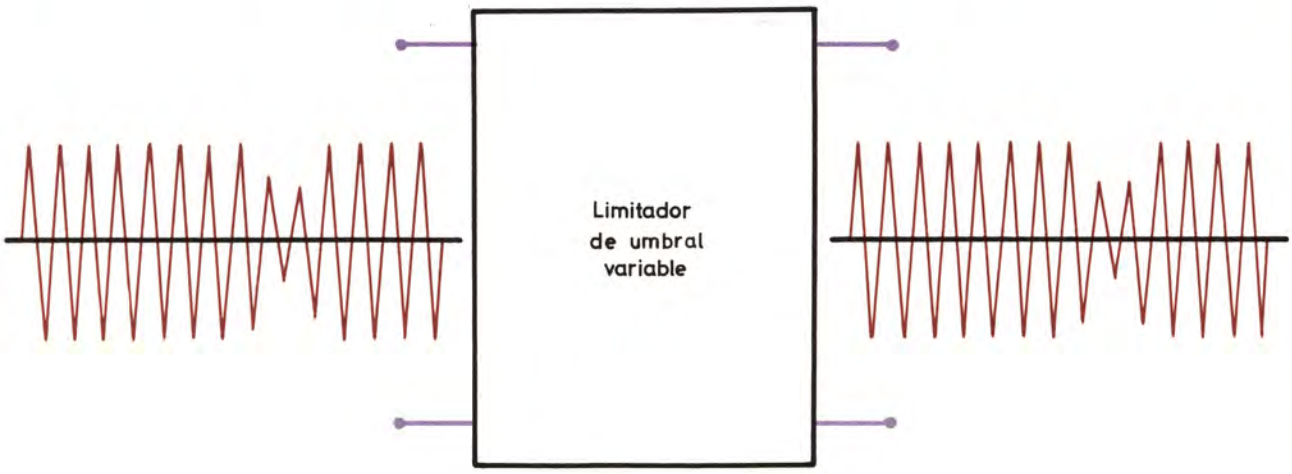
Las interferencias de gran amplitud y duración son atenuadas por los limitadores de umbral variable, pero no eliminados del todo.

Otro detalle a tener en cuenta es éste: la mezcla de la señal que deseamos captar con una señal parásita no da lugar necesariamente a un aumento de la amplitud, puesto que según la fase relativa de las señales se obtiene la suma o la resta de las amplitudes.

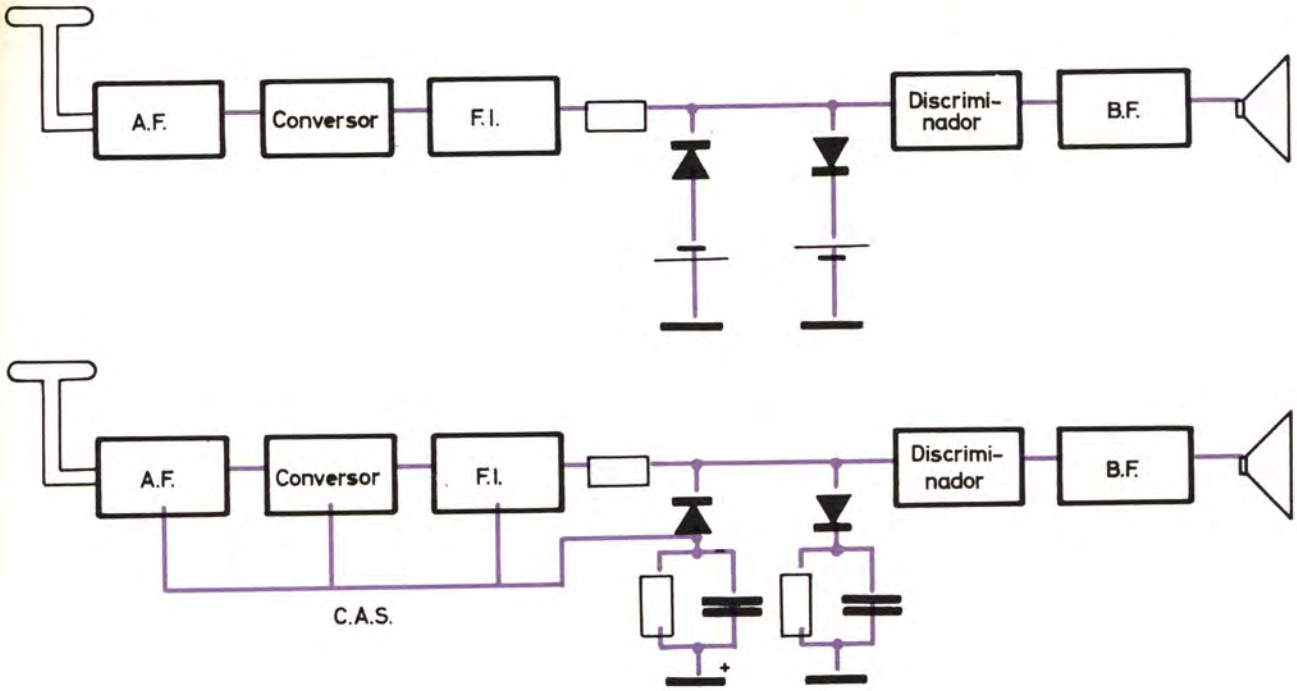
Otra evidencia: si un parásito provoca una disminución de la amplitud normal de la portadora, el circuito que nos ocupa no la elimina en absoluto, y por tanto se produce el ruido consiguiente en el altavoz.

Debido precisamente a esta posibilidad, en los receptores provistos de limitador de umbral fijo se procura que la tensión de entrada tenga un valor mayor que la tensión umbral. En la práctica se aconseja que este valor sea unas tres veces el valor de la tensión umbral. Es obvio que esto no puede hacerse con el circuito que nos ocupa, puesto que ajusta automáticamente su umbral al valor de la tensión de entrada.

Aún otro detalle importante: los receptores equipados con limitadores de umbral fijo no precisan de C.A.S., ya que cualquiera que sea el nivel de las señales captadas por la antena, a la salida del limitador todas tienen igual amplitud y, por tanto, todas producen igual volumen sonoro.



Si una interferencia se traduce en una disminución momentánea de la amplitud de la portadora, no es eliminada ni atenuada por el limitador de umbral variable.



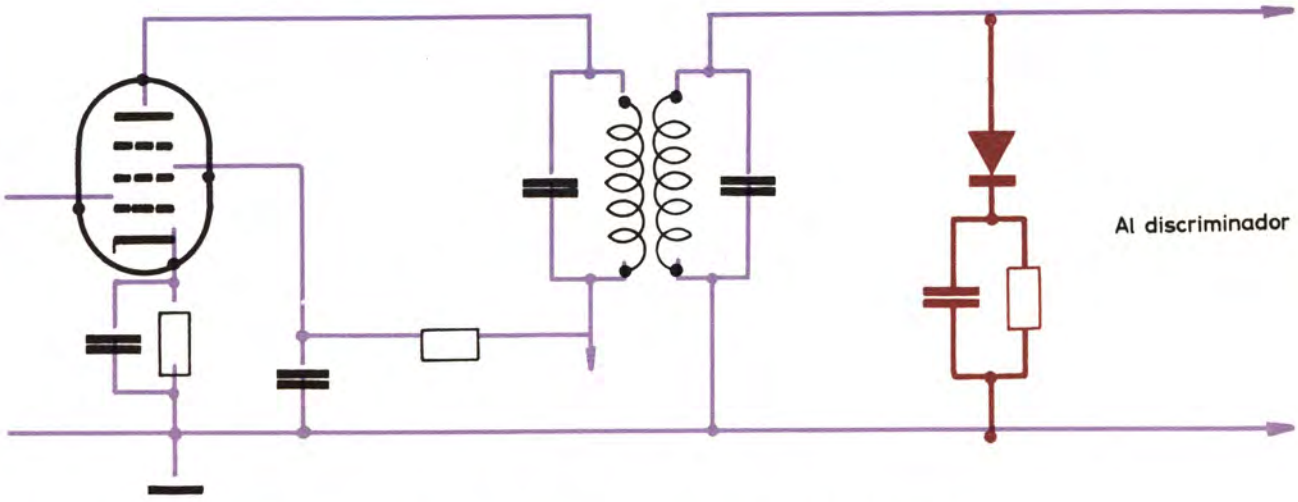
Los receptores con limitador de umbral fijo no precisan de C.A.S., en cambio, en los que utilizan limitadores de umbral variable, conviene incluirlo. La figura indica cómo puede obtenerse la tensión negativa para el control.

Por contra, para conseguir un funcionamiento similar en los receptores con limitador de umbral variable es preciso añadir el mencionado dispositivo de C.A.S.

La tensión negativa para el funcionamiento del C.A.S. puede tomarse del grupo RC, que queda polarizado negativamente.

En términos comparativos, el funcionamiento de los receptores provistos de limitador de *umbral fijo* es mejor que el de los que emplean limitadores de *umbral variable*.

Sin embargo, ya hemos indicado que ese mejor funcionamiento se consigue a costa de un mayor precio del equipo. En la práctica el funciona-



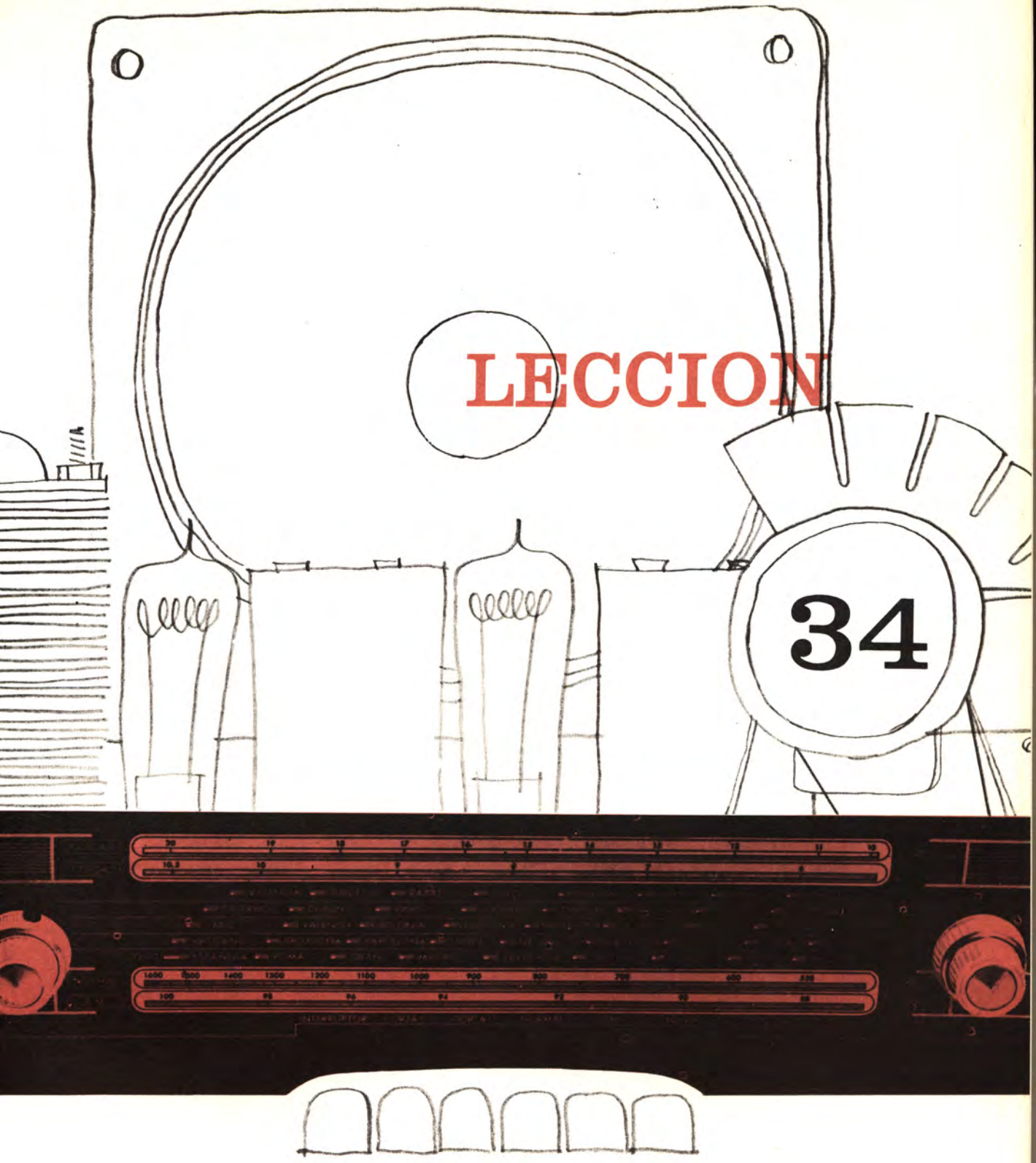
En la práctica una limitación satisfactoria de las variaciones de amplitud puede conseguirse con un solo diodo y su correspondiente grupo R.C. Pueden utilizarse diodos de germanio o silicio.

miento de los receptores con limitador de umbral variable es plenamente satisfactorio. Es más; en los montajes prácticos, los limitadores de umbral variable funcionan satisfactoriamente *incluso con un solo diodo y su correspondiente grupo RC.*

En principio parece que esta solución debe eliminar únicamente las variaciones de amplitud de uno sólo de los bordes de la señal de entrada; pero en realidad, y aunque no en igual cuantía, consigue eliminar las variaciones en los dos bordes. Las razones son un poco complejas para ser expuestas aquí, de manera que debe bastarnos lo dicho hasta el momento.

En la próxima lección veremos cómo este sistema resulta extraordinariamente ventajoso, debido a que con él pueden combinarse en un solo paso las acciones del limitador y del discriminador.

* * *



Detectores de FM

Tipos de detectores de FM

Montaje para receptores mixtos

Desacentuación

Detectores de FM - Sus distintos tipos Características de funcionamiento

DETECTORES DE FM

La detección de señales moduladas en FM se lleva a cabo por medio de un proceso doble. Esta noticia no es nueva, puesto que la lección 32 nos ha informado de ello.

Este proceso puede desglosarse de este modo:

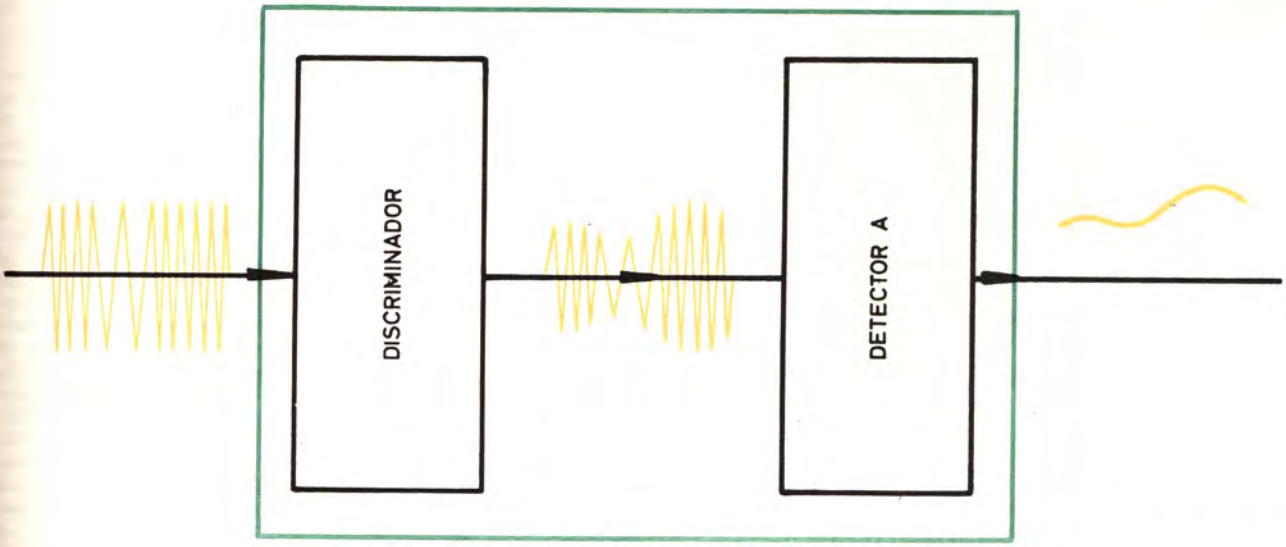
a) En primer lugar, las señales, moduladas en frecuencia y de amplitud constante, que proceden del limitador se aplican a un circuito llamado *discriminador*, a la salida del cual presentan variaciones de amplitud proporcionales a las variaciones de frecuencia. En otras palabras: *a la salida del discriminador las señales están moduladas tanto en frecuencia como en amplitud.*

b) Las señales proporcionadas por el discriminador se someten a un proceso de rectificación y filtrado para detectar las variaciones de amplitud que constituyen, como sabemos, la señal de B.F.

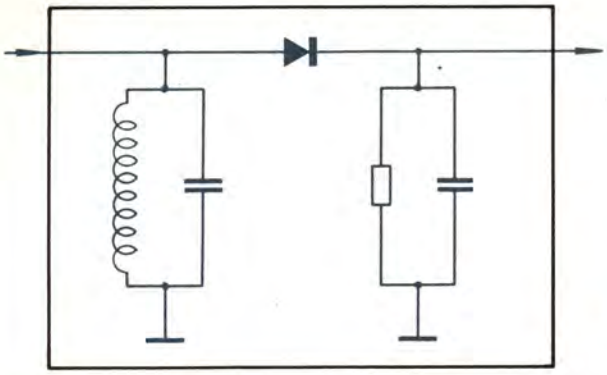
Esta segunda parte no difiere en esencia de la detección de señales de AM.

Un detector de FM consta, en definitiva, de un discriminador y un detector de AM. Pero, por extensión, el nombre de discriminador suele darse al conjunto, de tal manera que en la terminología corriente de los técnicos *un discriminador* y *un detector de* FM son frecuentemente expresiones sinónimas, a pesar de lo cual es conveniente tener presente la distinción que hemos indicado.

Entra también en nuestra gama de conoci-



Detector de FM.



mientos, la estructura del detector elemental de FM, que puede estar constituido por únicamente un sencillo circuito resonante y un diodo. Para que el circuito resonante actúe como discriminador es preciso situar la frecuencia central de la señal de FM sobre uno de los flancos de la curva de resonancia, tal como queda indicado en la figura.

Este es el más elemental detector de FM.

INCONVENIENTES DEL DETECTOR ELEMENTAL DE FM

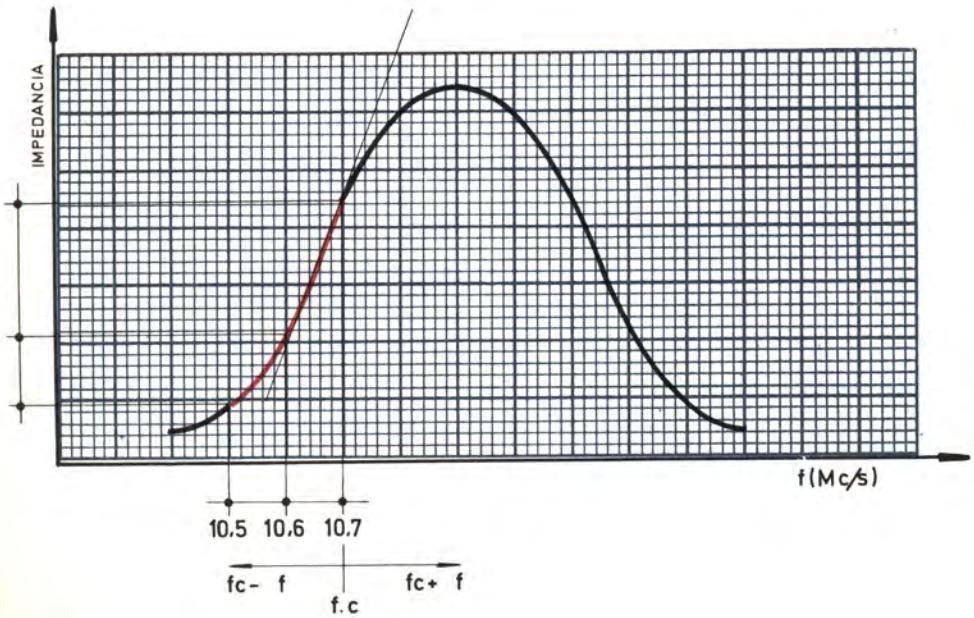
Este tipo de detector presenta un doble inconveniente: en primer lugar, como puede apreciarse en la gráfica, el flanco de la curva de resonancia *no es una línea recta*, lo que trae como consecuencia que las variaciones de amplitud que experimentan las señales no sean proporcionales a las variaciones de frecuencia. En el gráfico se advierte, por ejemplo, que la disminución de impedancia del circuito resonante cuando disminuye en 200 Kc/s el valor de la frecuencia de la señal *no es el doble* que la disminución de impedancia que corresponde al disminuir en 100 Kc/s el valor de la frecuencia de la señal.

Esta particularidad motiva que las señales de B.F. proporcionadas por este detector no sean réplica fiel de las que han modulado a la portadora de A.F. en la emisora; es decir, este detector introduce distorsión en las señales.

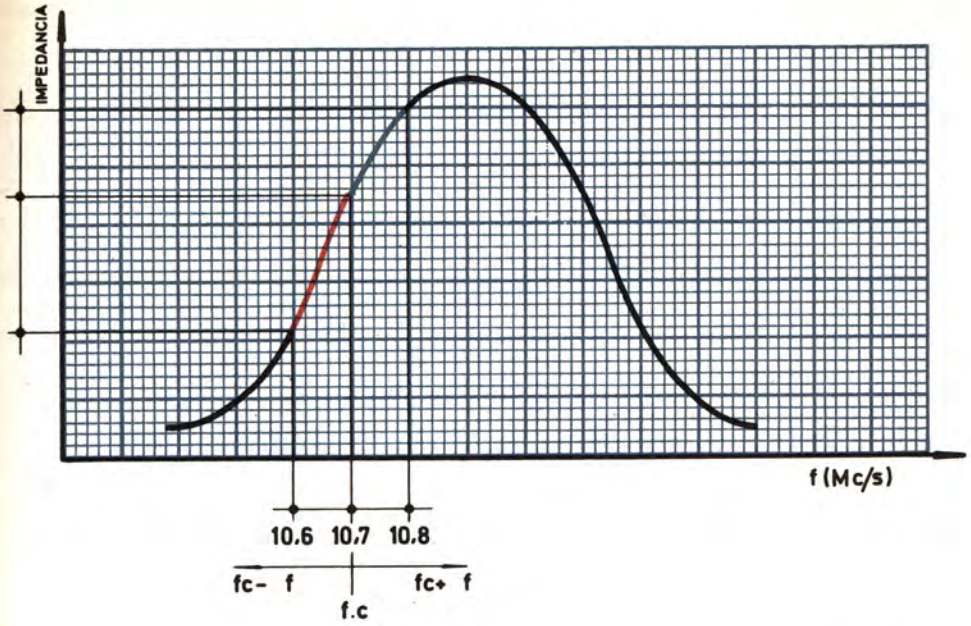
Esa distorsión tiene origen en que la característica del discriminador (el plano de la curva de resonancia) no es una línea recta; o como suele decirse en lenguaje técnico, a que *el discriminador no es lineal.*

En segundo lugar, sucede que la característica del discriminador además de no ser lineal tampoco es simétrica. Es decir: la porción correspondiente a las frecuencias mayores que la frecuencia central f_c es distinta que la de las frecuencias menores.

Este defecto, como puede apreciarse en la fi-



Si a partir de la frecuencia central (10'7 Mc/s) variamos en 100 Kc/s la frecuencia de la señal pasando a ser ésta de 10'6 Mc/s, la variación de impedancia que presenta el circuito resonante es mayor que si partiendo de los 10'6 Mc/s variamos nuevamente la frecuencia, hasta dejarla reducida a los 10'5 Mc/s. Ello es debido a la falta de linealidad del flanco de la curva de resonancia. Para que pueda apreciarse claramente la falta de linealidad hemos dibujado una recta auxiliar con la que se puede comparar el flanco de la curva de resonancia.



Observe aquí cómo la variación de impedancia correspondiente a un aumento de frecuencia es distinta que la correspondiente a una disminución de la misma cuantía. El circuito resonante, cuando se utiliza como discriminador, no solamente es no lineal, **sino que también es** no simétrico.

gura, hace que si se *aumenta* en 100 Kc/s la frecuencia a partir de f_c se obtiene variación de impedancia distinta de la que se habría conseguido disminuyendo la frecuencia también en 100 Kc/s.

Si el discriminador, además de no ser lineal, es asimétrico, las señales de B.F. proporcionadas por el detector tienen mayor grado de distorsión, por razón de que los semiciclos positivos y negativos de la señal quedan deformados de distinta manera.

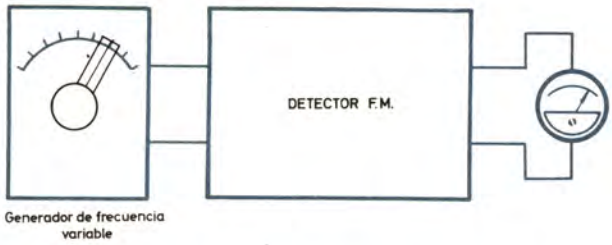
Un buen detector de FM debe, pues, ser *lineal*, con lo cual quiere decirse que debe existir proporcionalidad entre las variaciones de frecuencia de la señal de entrada y las variaciones de amplitud de la señal de salida.

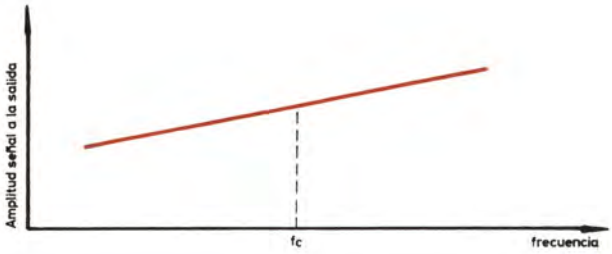
Para averiguar si un detector es o no lineal puede trazarse su *característica*, gráfica en que se relaciona la frecuencia de la señal de entrada con la amplitud de la señal de salida.

La característica de un detector de FM puede obtenerse de forma experimental conectando a la entrada un generador, cuya frecuencia pueda variarse a voluntad, y a la salida un voltímetro para tensión continua.

La frecuencia del generador se hace variar a intervalos regulares, y cada vez se anota la tensión indicada por el voltímetro.

Con estos pares de valores puede trazarse, por puntos, la característica del detector, que será una recta si el detector es lineal. Ahora bien: conse-

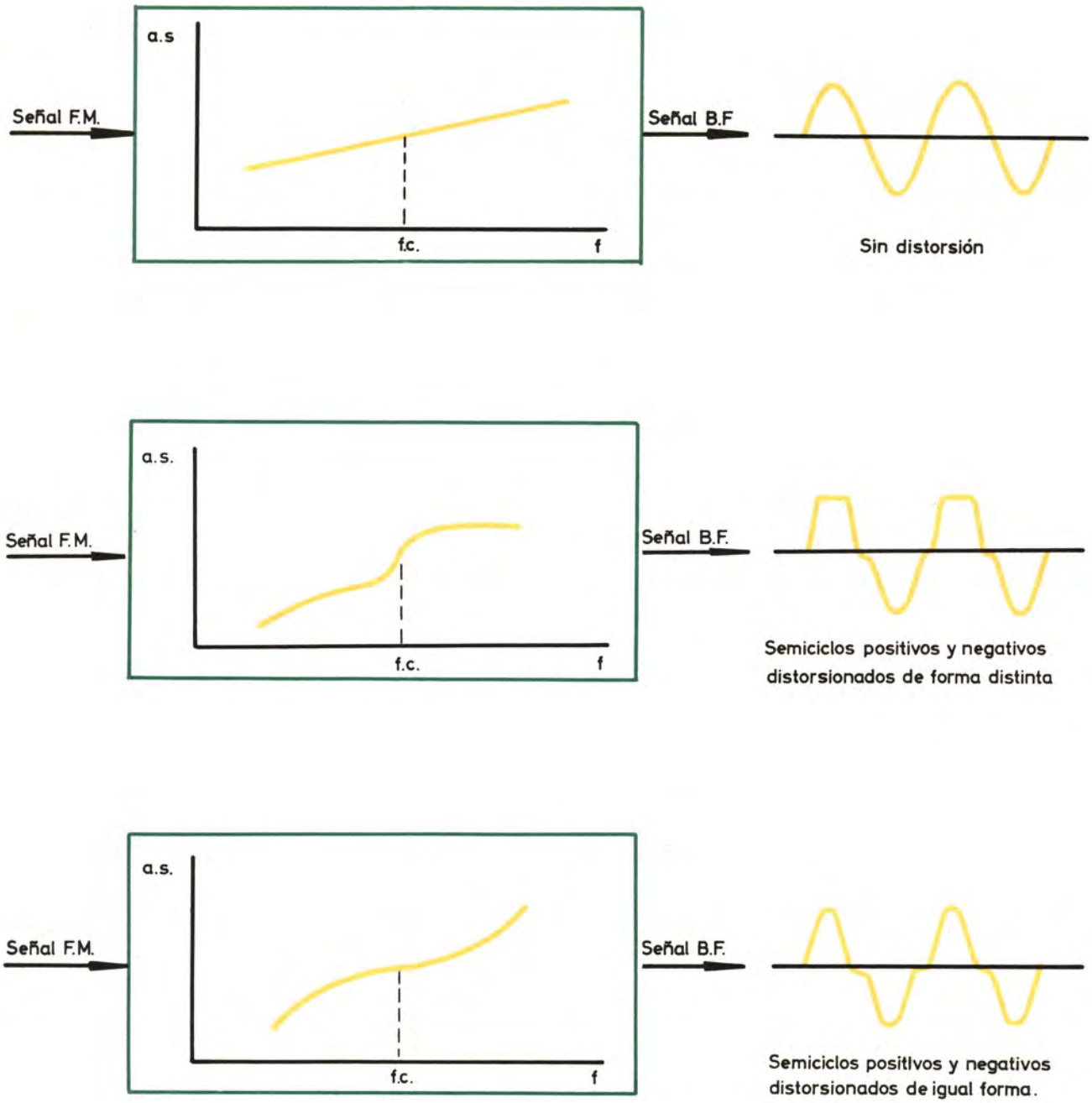




La característica de un detector de FM es un gráfico que relaciona la frecuencia de la señal de entrada con la amplitud de la señal de salida. El esquema de la izquierda indica cómo puede obtenerse experimentalmente.

guir una característica recta es realmente bastante difícil; un primer paso es conseguir que, por lo menos, el discriminador sea simétrico.

A continuación vamos a estudiar una serie de detectores de FM que se caracterizan por ser simétricos y de excelente linealidad.



Aquí queda ilustrada la influencia que sobre la fidelidad de las señales de B.F. tiene la característica del detector. La distorsión producida es mayor cuando el detector no es simétrico.

EL DETECTOR DE SINTONIA ESCALONADA

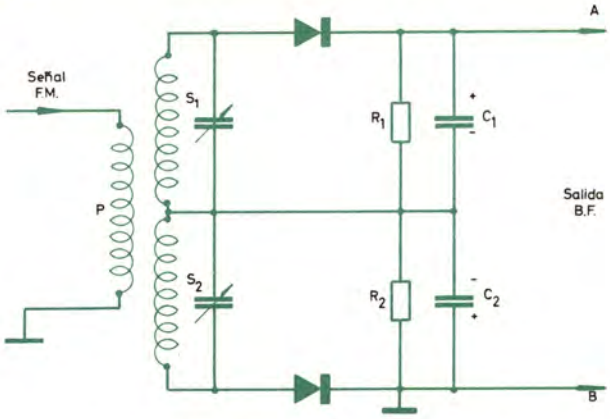
En la figura inmediata puede ver el esquema correspondiente a este tipo de detector. Consta, en esencia, de un transformador de A.F. constituido por un primario y dos secundarios sintonizados.

La señal que aparece en cada uno de los secundarios se rectifica y filtra por un diodo y su correspondiente grupo RC.

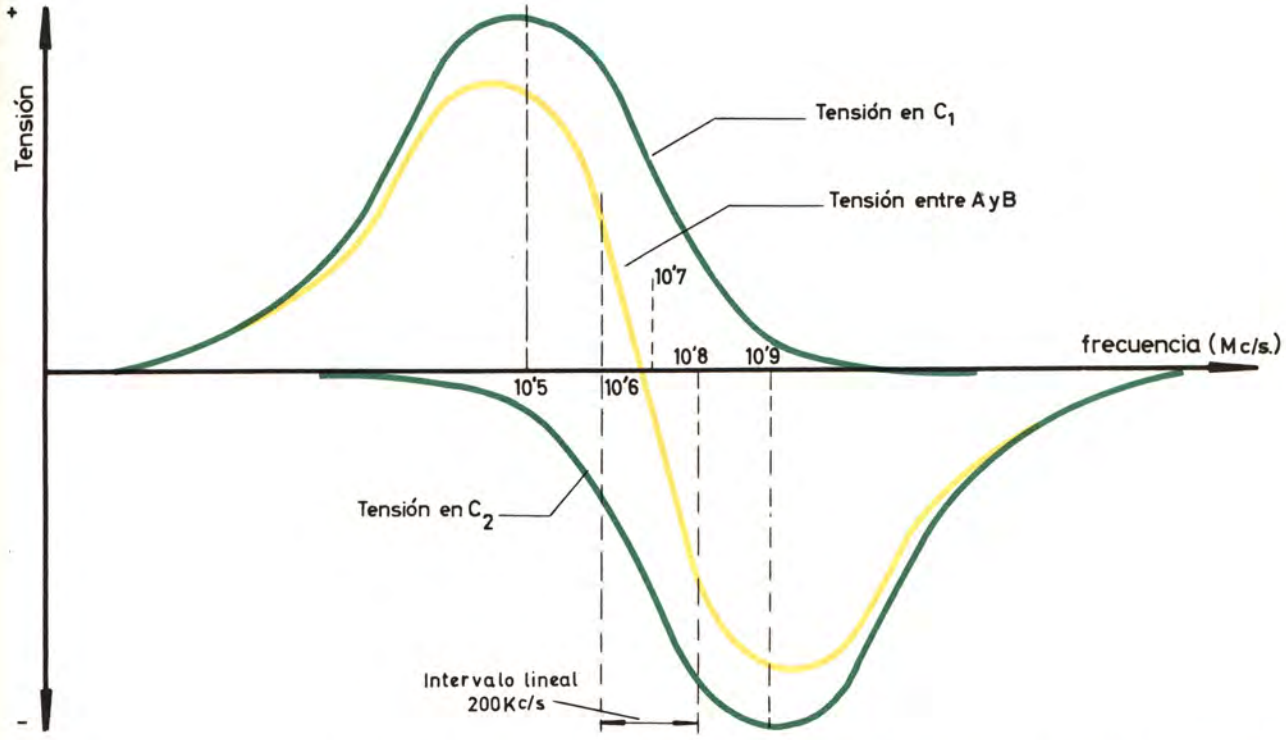
Lo característico de este montaje está en el hecho de que los dos secundarios estén sintonizados a una frecuencia distinta. Concretamente: la frecuencia de resonancia de uno de ellos es mayor que la portadora; y la del otro, menor. Además, ambas están situadas simétricamente con respecto a dicha portadora.

De ahí el nombre de *detector de sintonía escalonada* con que se conoce el dispositivo. Es decir: puesto que la señal aplicada al discriminador tiene una frecuencia de portadora de 10'7 Mc/s, uno de los secundarios puede estar ajustado, por ejemplo, a 10'9 Mc/s y el otro a 10'5 Mc/s.

En estas circunstancias, si la señal aplicada al primario tiene una frecuencia de 10'7 Mc/s las señales inducidas en cada secundario serán exactamente iguales, y por tanto la tensión continua en los extremos de los condensadores C_1 y C_2 será del mismo valor, pero de signo contrario, habida cuenta de la forma en que están conectados los diodos. A causa de esa polaridad contra-



Detector de sintonía escalonada.



Al variar la frecuencia a la entrada del detector de sintonía escalonada la tensión de salida entre A y B es la diferencia de la que aparece en los condensadores C_1 y C_2. La característica de este detector es la que hemos trazado en rojo. Observe que esta característica es simétrica y que para excursiones de frecuencia de ± 100 Kc/s es además perfectamente rectilínea. Dado que la excursión de frecuencia en los emisores comerciales es de ± 75 Kc/s este detector puede considerarse practicamente lineal.

ria, la d.d.p. entre los extremos A y B será nula.

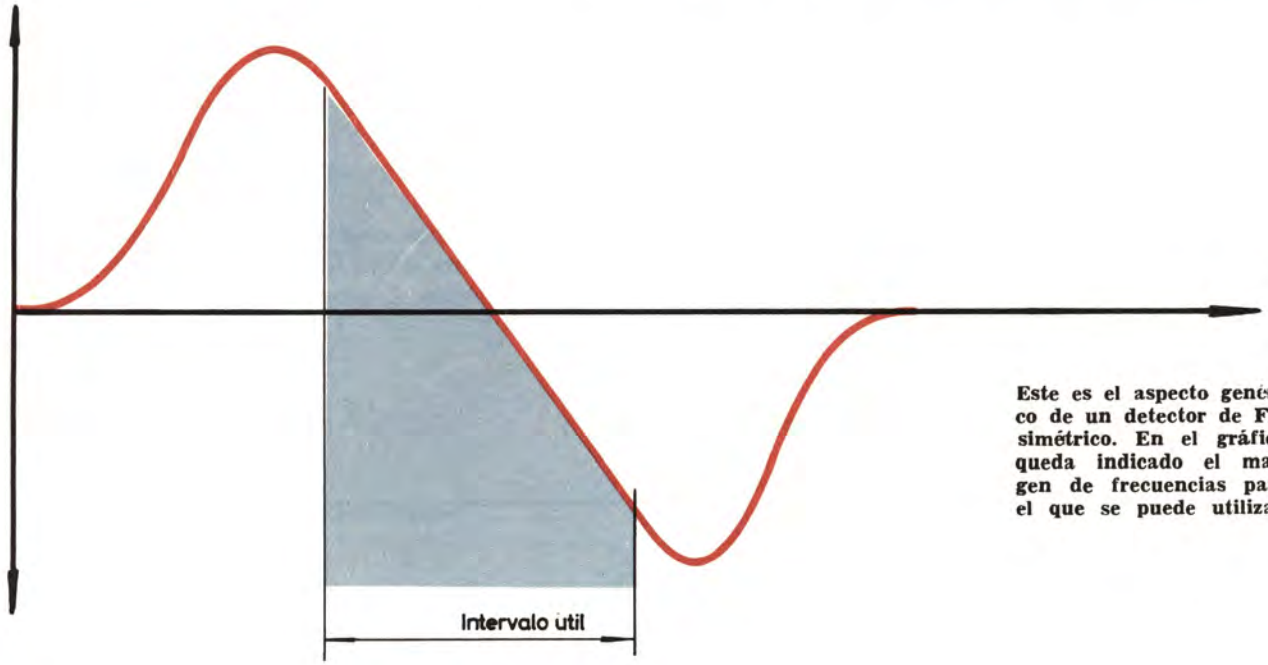
Supongamos ahora que la frecuencia de la señal de entrada pasa de 10'7 Mc/s a 10'8 Mc/s, puesto que esta frecuencia se acerca más a la de resonancia del secundario S_1 que a la del secundario S_2. La tensión que aparece en el condensador C es mayor que la correspondiente al condensador C_2, y entre los terminales A y B la d.d.p. ya no es nula, sino positiva.

Por el contrario, si se aplica al primario una señal de 10'6 Mc/s se llega a la conclusión de que entre los terminales A y B aparecerá una tensión negativa.

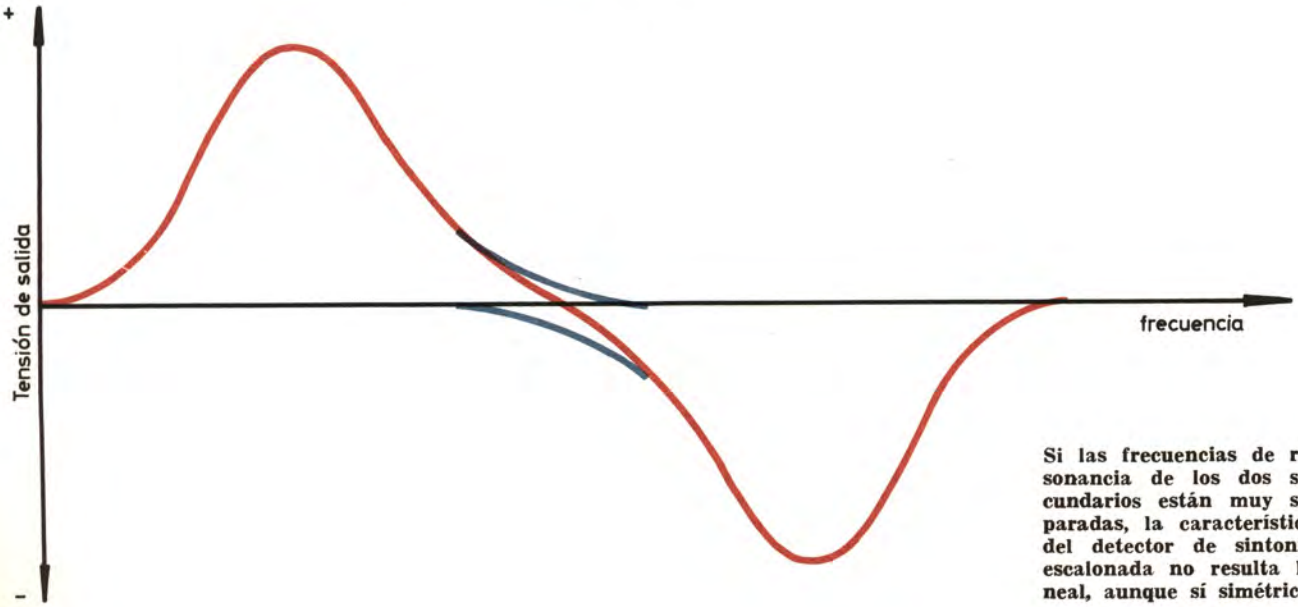
Por último, cuando llega al primario una señal modulada en frecuencia, es evidente que entre los terminales A-B aparecerá una tensión alterna que es, precisamente, la señal de B.F.

Observe cómo, a pesar de que la característica de cada secundario como discriminador no es ni recta ni simétrica, la del conjunto es simétrica y prácticamente lineal dentro de un amplio margen de frecuencias.

Si las frecuencias de resonancia de los secundarios están muy separadas, el detector sigue siendo simétrico, pero deja de ser lineal. En la figura se aprecia claramente esa circunstancia.

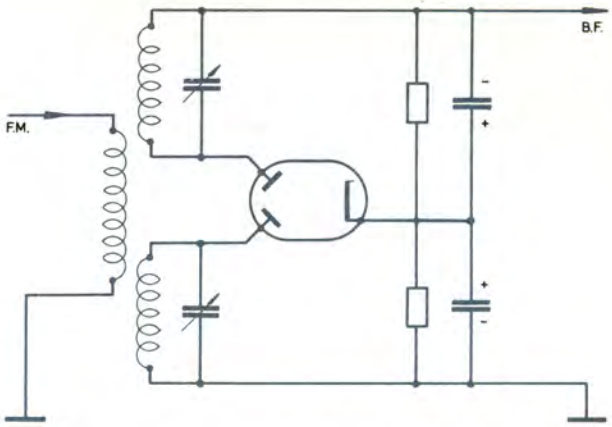


Este es el aspecto genérico de un detector de FM simétrico. En el gráfico queda indicado el margen de frecuencias para el que se puede utilizar.



Si las frecuencias de resonancia de los dos secundarios están muy separadas, la característica del detector de sintonía escalonada no resulta lineal, aunque sí simétrica.

El discriminador de sintonía escalonada —que también es conocido con el nombre de detector de Travis— acepta diversas variantes de montaje, una de las cuales es la que representa el esquema siguiente. El funcionamiento es idéntico al reseñado, aunque se utiliza un diodo biplaca en lugar de los dos diodos que aparecen en el montaje indicado antes.



Variante del detector de sintonía escalonada.

EL DETECTOR DE FASE

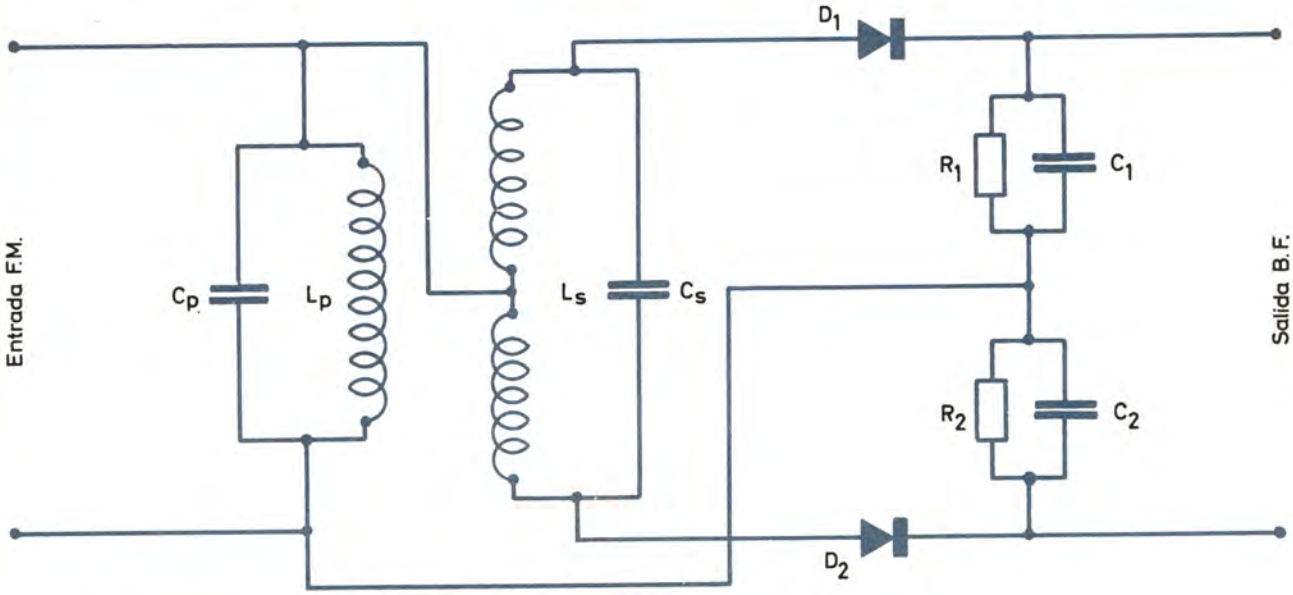
Descripción

El esquema de principio de este tipo de detector es el que aparece en la figura.

Está formado por un transformador de A.F. que, como veremos, desempeña las funciones de discriminador, y dos diodos con sendos grupos RC de filtrado. En esencia, pues, los mismos elementos que intervienen en el detector de sintonía escalonada, con algunos detalles en el montaje que hacen que el funcionamiento sea completamente distinto. Pongamos de manifiesto esos detalles:

a) En primer lugar, aunque el bobinado secundario L_s está provisto de una toma media, está sintonizado mediante un solo condensador C_s; en consecuencia, la frecuencia de resonancia es sólo una. Más concretamente: debe ajustarse para que resuene a la frecuencia de 10'7 Mc/s. Es obvio, pues, que este montaje no funciona según el principio de sintonía escalonada.

b) También el primario L_p está sintonizado mediante la capacidad C_p a la frecuencia de 10'7 Mc/s. Es definitiva: se trata de un transformador *doblemente sintonizado* tal como los que hemos descrito al hablar de los transformadores de F.I. de los superheterodinos de AM, con la sola diferencia de



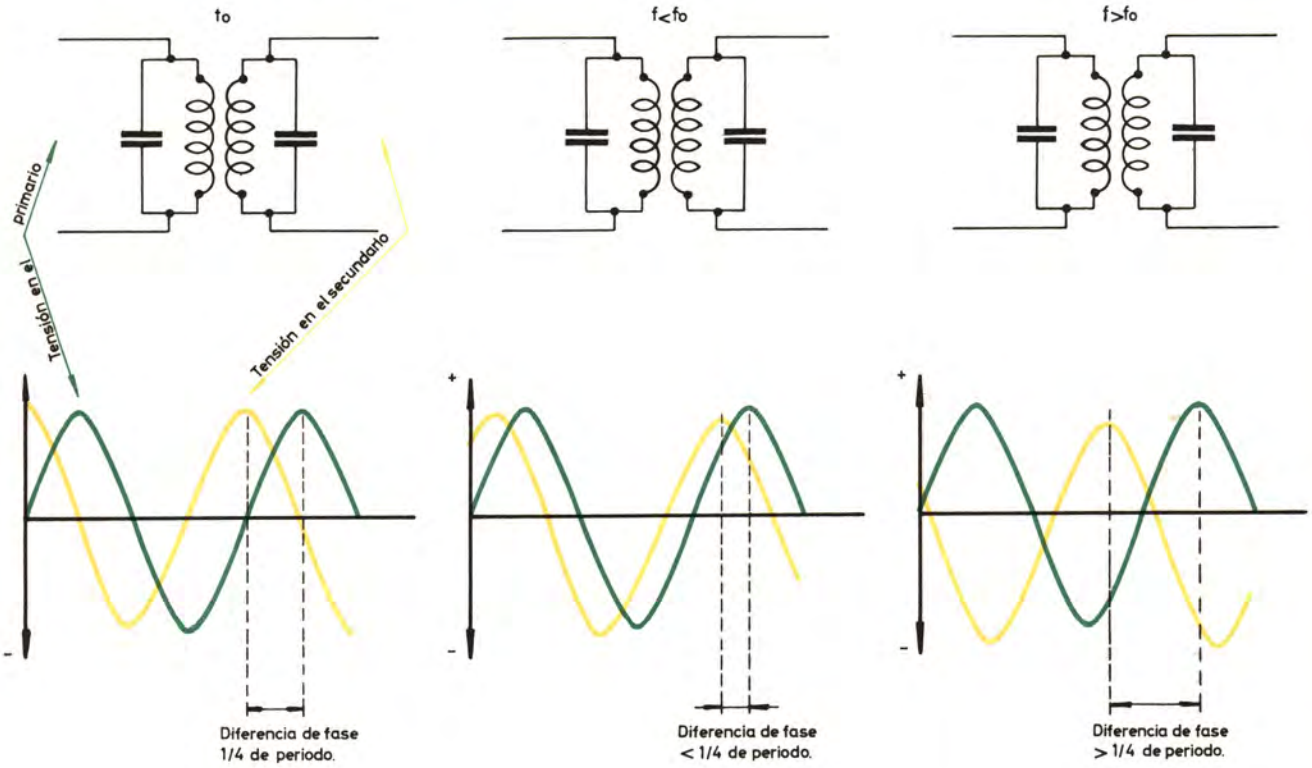
Esquema de principio del detector de fase. L_p y L_s son respectivamente los bobinados primario y secundario de un transformador de A.F. doblemente sintonizado y con acoplamiento débil.

que puesto que aquí la frecuencia de resonancia es de 10'7 Mc/s y no de 470 Kc/s, tanto las capacidades C_p y C_s como las autoinducciones L_p y L_s son menores.

c) De los extremos del bobinado primario parten dos conductores: uno que va a la toma media del secundario y otro al punto de unión de los grupos RC de filtrado.

Funcionamiento

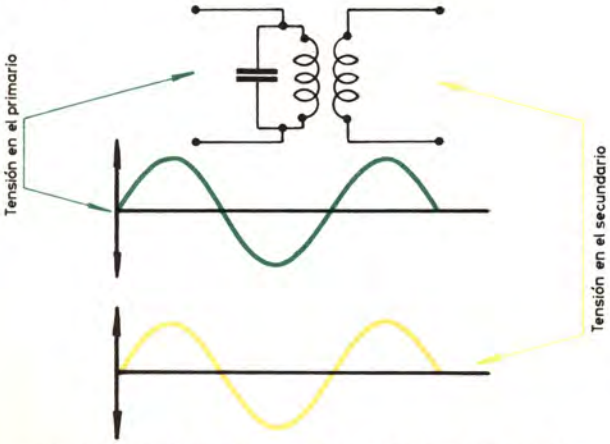
Para entender ahora cómo funciona este dispositivo es preciso que digamos unas palabras acerca del comportamiento de los transformadores de A.F., cuyo estudio, como ya se advirtió, es más complejo de lo a primera vista pudiera parecer.



A la frecuencia de resonancia entre las tensiones del primario y secundario hay una diferencia de fase de 1/4 de período.

Para frecuencias menores que la de resonancia la diferencia de fase es menor.

Para frecuencias mayores que la de resonancia la diferencia de fase es mayor.



Si el secundario del transformador no está sintonizado, la tensión está en fase con la del primario.

Interesa ahora hacer resaltar lo siguiente:

CUANDO EN UN TRANSFORMADOR DOBLEMENTE SINTONIZADO EL ACOPLAMIENTO ENTRE PRIMARIO Y SECUNDARIO ES DÉBIL OCURRE:

1. *Que a la frecuencia de resonancia existe una diferencia de fase de 1/4 de período entre las tensiones del primario y secundario.*
2. *Que esa diferencia de fase aumenta si aumenta la frecuencia.*
3. *Que esa diferencia de fase disminuye si disminuye la frecuencia.*

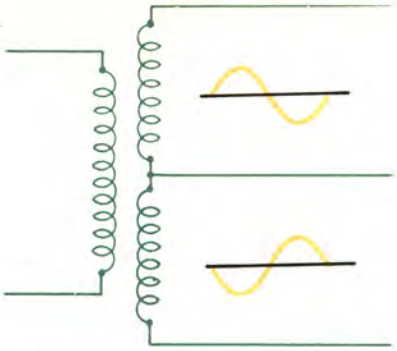
Es de advertir que si el secundario no está sintonizado la diferencia de fase no existe, cualquiera que sea la frecuencia.

Pues bien; el transformador del detector de fase no sólo está doblemente sintonizado, sino que se construye de tal forma que el acoplamiento entre los devanados sea débil. (Repase este concepto, que se expuso al final de la lección 30.)

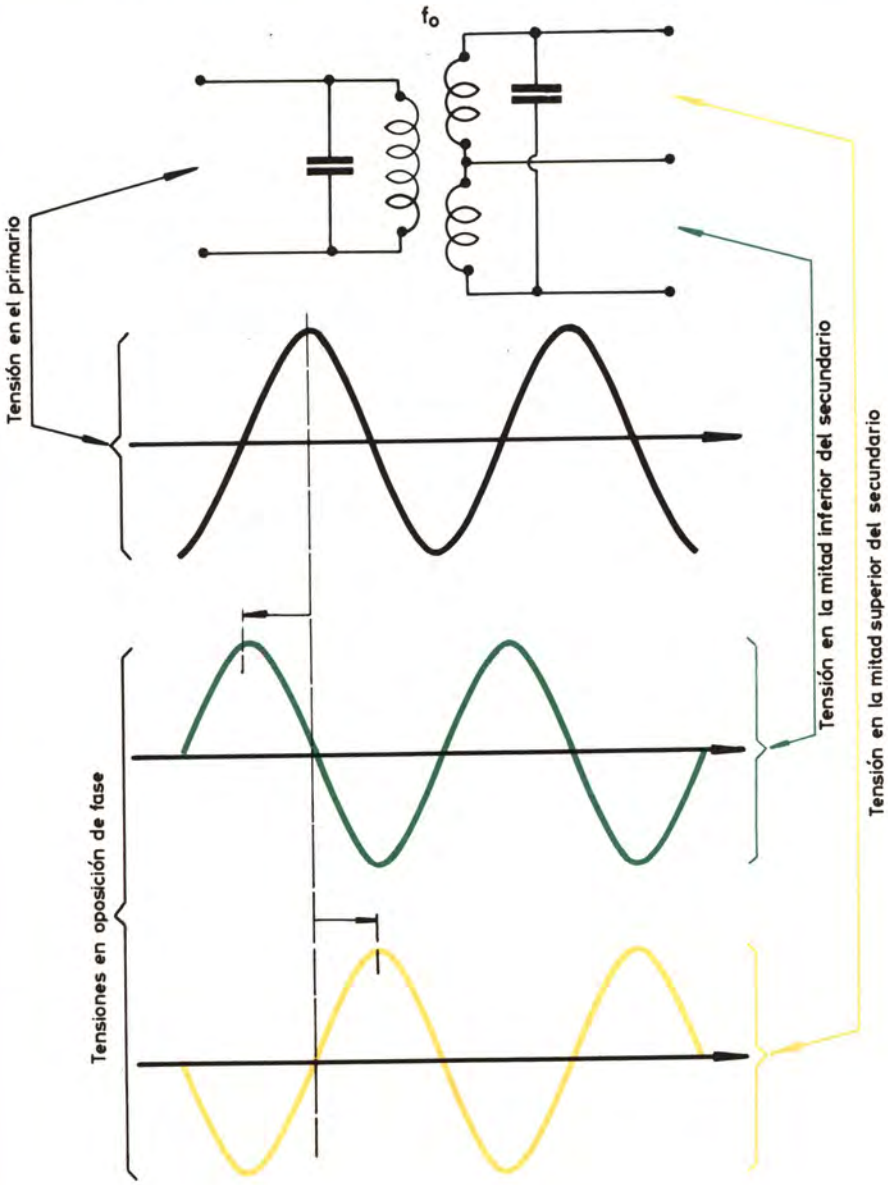
En este transformador, pues, la tensión en el primario está defasada en 1/4 de período con respecto a la del secundario cuando la frecuencia es de 10'7 Mc/s. Ahora bien; el secundario está provisto de una toma media, y ya sabemos que con respecto a la toma media las tensiones en cada mitad del secundario están en oposición de fase. Dicho con otras palabras, están defasadas en medio período.

De ahí extraemos la siguiente conclusión:

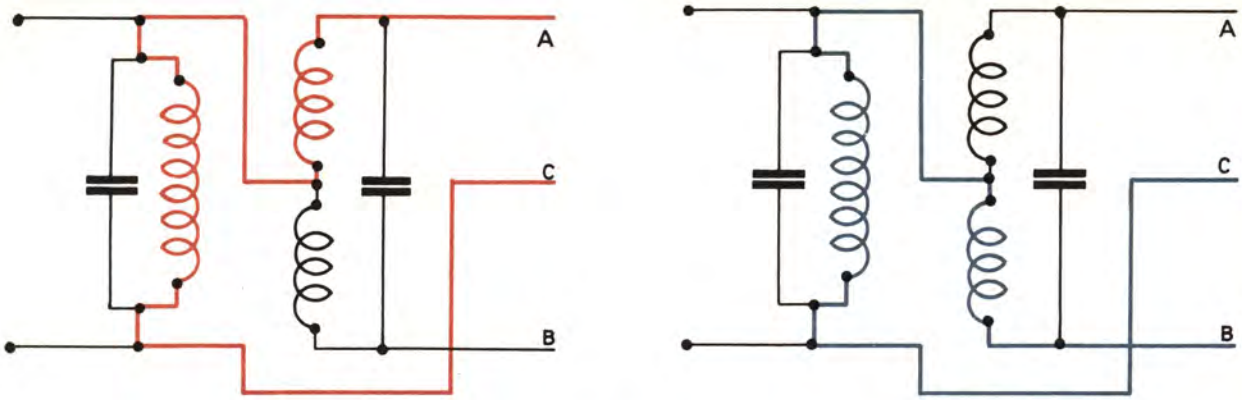
Si en una mitad del secundario (en la superior pongamos por caso) la tensión está RETRASADA en 1/4 de período en relación con la del primario, en la otra mitad va ADELANTADA también en 1/4 de período.



Respecto de la toma media las tensiones en las dos mitades del secundario están en oposición de fase.



He aquí las relaciones de fase ante la tensión del primario y las de las dos mitades del secundario para la frecuencia de resonancia. Obsérvese que en la mitad superior la tensión va adelantada en 1/4 período y en la mitad inferior retrasada en el mismo valor respecto de la del primario.



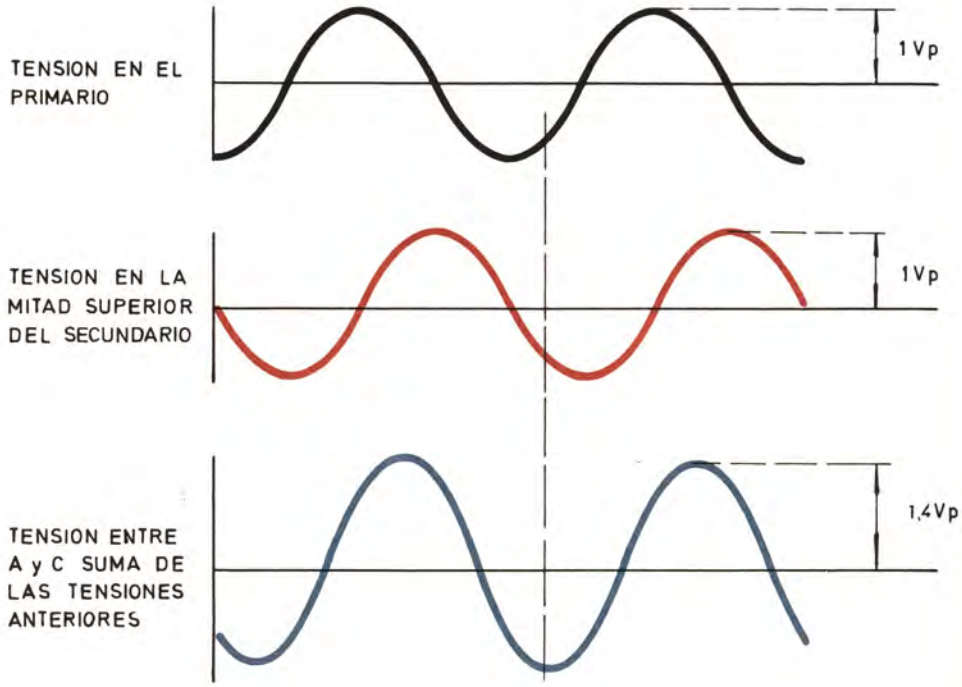
Debido a las conexiones que ligan el primario y el secundario, entre A y C aparece la suma de la tensión del primario y la inducida en la mitad superior del secundario; y entre B y C aparece la suma de la tensión del primario y la inducida en la mitad inferior del secundario.

Veamos ahora el papel que juegan las conexiones, sobre las cuales hemos llamado la atención, que unen los circuitos del primario y secundario.

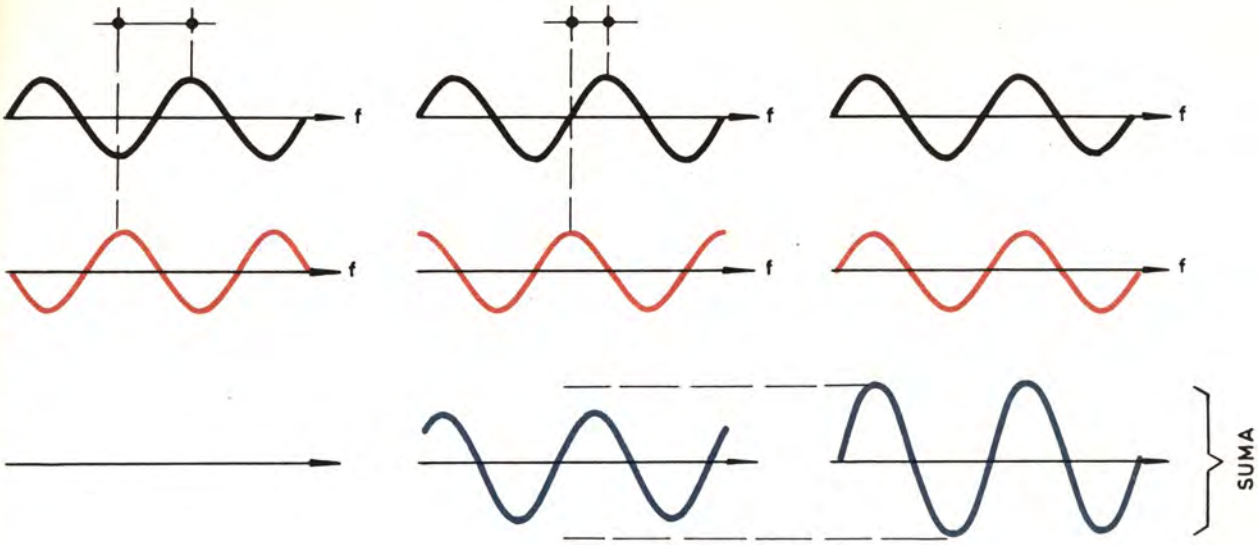
Por su causa, entre los terminales A y C no sólo aparece, la tensión inducida en la mitad superior del secundario, sino la suma de ésta con la tensión entre los extremos del primario. De la misma forma, entre B y C aparece la suma de la tensión presente en el primario y la inducida en la mitad inferior del secundario.

Supongamos que el transformador está construido de tal modo que por cada voltio presente en el primario aparece una tensión inducida también de un voltio *en cada mitad del secundario.*

En estas condiciones, si se aplica al primario una tensión alterna con una amplitud de 1 V de pico y una frecuencia de 10'7 Mc/s, en la mitad superior del secundario se tiene también una tensión alterna de 1 V_p y de la misma frecuencia, PERO ADELANTADA EN UN CUARTO DE PERÍODO CON RESPECTO A LA ANTERIOR. La suma de esas dos tensiones es la que aparece entre A y C. Sin embargo, tratándose de tensiones alternas, esta suma debe efectuarse con alguna precaución: si las tensiones del primario y secundario estuviesen en fase (si la diferencia de fase fuese nula) la tensión entre A y C sería de 2 V_p; por lo contrario, en caso de estar en oposición de fase (defasadas en medio período) la tensión entre los mencionados terminales sería nula. Repase la lección 26.



A la frecuencia de resonancia la tensión entre A y C, suma de dos cuya diferencia de fase es de 1/4 período, puede obtenerse gráficamente. De la misma forma puede obtenerse la tensión entre B y C.



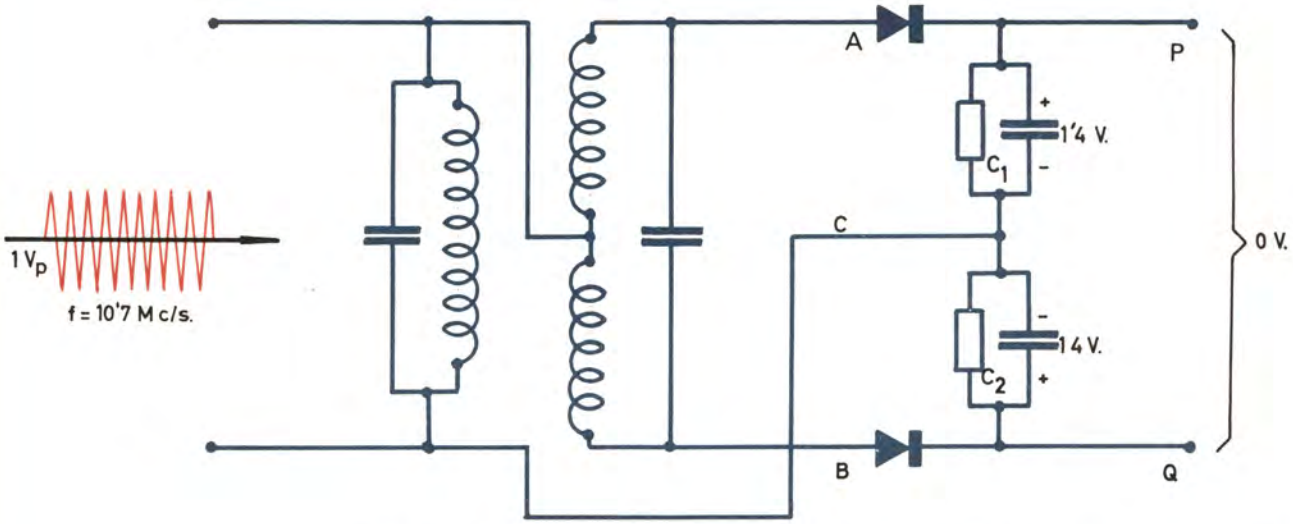
Observe cómo a medida que disminuye la diferencia de fase aumenta la suma.

Pero en la presente circunstancia la diferencia de fase ni es nula ni es de medio período. Tiene un valor intermedio; y también la tensión resultante tiene una amplitud que ni es nula ni llega a 2 V_p.

Su valor puede hallarse sumando gráficamente las dos tensiones de V_p defasadas en un cuarto de período. En el gráfico correspondiente puede apreciarse que la amplitud de la tensión resultante es de 1'4 V_p.

De manera análoga se llega a la conclusión de que también entre B y C la tensión resultante tiene una amplitud de 1'4 V_p y se distingue de la que aparece entre A y C porque su fase es distinta.

Cada una de esas tensiones resultantes se rectifica por el diodo correspondiente; y puesto que son de igual amplitud, las tensiones continuas a que quedarán cargados los condensadores C_1 y C_2 serán también iguales, si bien de polaridad contraria, por lo que entre los terminales P y Q la d.d.p. *es nula.*



A la frecuencia de resonancia la tensión alterna entre A y C tiene la misma amplitud que la que aparece entre B y C, pues cada mitad del secundario queda respecto del primario con una diferencia de fase de 1/4 de período (en el uno adelantada y en el otro retrasada). Las tensiones detectadas en C_2 y C_1 tendrán el mismo valor y entre P y Q la d.d.p. será, por tanto, nula.

Conviene repetir que todo lo dicho es cierto en el supuesto de que la frecuencia de la señal de entrada sea de 10'7 Mc/s; es decir, la de resonancia de primario y secundario.

Consideremos ahora el caso en que la señal aplicada tenga frecuencia mayor que la de resonancia: la tensión en el extremo superior del secundario aumenta su diferencia de fase con respecto a la del primario, mientras que en el extremo inferior la diferencia de fase disminuye, puesto que entre este extremo y el superior existe siempre oposición de fase cualquiera que sea la frecuencia.

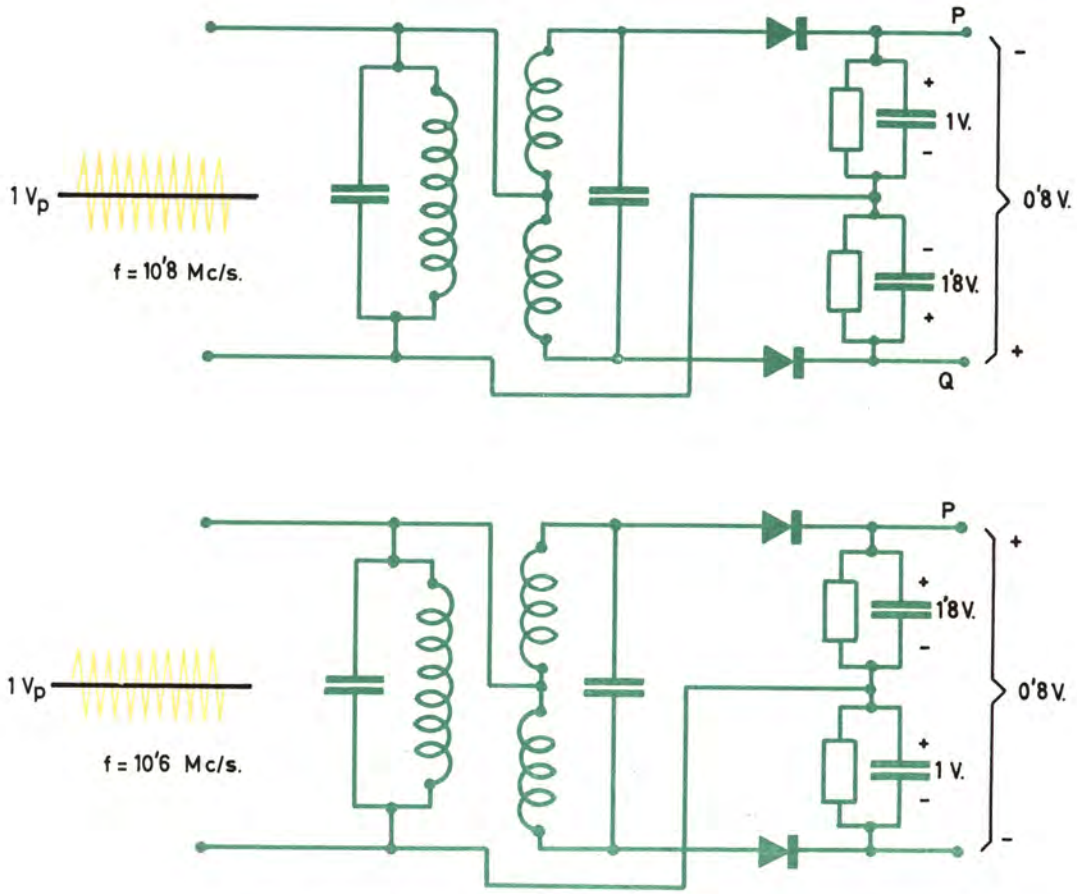
¿Cuál es la consecuencia de esta variación de fase? Entre los terminales A y C la tensión resultante ha *disminuido*. Debe ser así por cuanto esta tensión es la suma de la del primario y de la que aparece en la mitad superior del secundario; y puesto que entre esas tensiones la diferencia de fase ha aumentado (se han acercado a la situación de oposición de fase) la suma ha disminuido.

Ocurre lo contrario con las tensiones del primario y de la mitad inferior del secundario. Su diferencia de fase ha disminuido (se han acercado a la situación de *en fase*); y la suma, por tanto, ha aumentado.

Resulta, pues, que para frecuencias mayores que la de resonancia la tensión rectificada en el condensador C_1 es menor que la del condensador C_2; y la tensión entre P y Q (que es la diferencia de la que aparece en los condensadores) no es nula, sino negativa.

Es fácil comprender que ante frecuencias menores que la de resonancia sucede lo opuesto: entre P y Q aparece una tensión positiva, y si la señal aplicada al primario está modulada en frecuencia, entre P y Q aparece una señal alterna de B.F. idéntica a la que ha modulado a la portadora de A.F.

La característica de este detector es la que in-

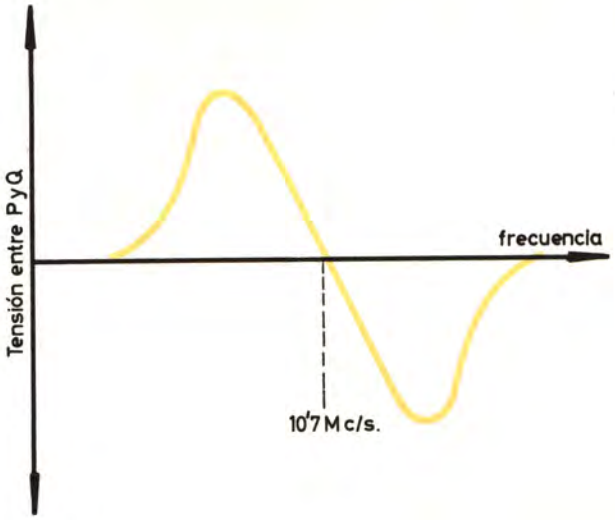


Para frecuencias mayores que la de resonancia las tensiones rectificadas por los diodos D_1 y D_2 tendrán distinta amplitud. Entre P y Q la tensión será negativa para frecuencias mayores que la de resonancia y positiva para frecuencias menores. Fácilmente se comprende que si la señal aplicada a la entrada está modulada en frecuencia a la salida obtendremos la señal de B.F.

dicamos en el gráfico; es decir, prácticamente igual a la del detector de sintonía escalonada. Tiene una porción recta en que la tensión de salida varía proporcionalmente a las variaciones de la frecuencia de la señal de entrada por causa de los mencionados corrimientos de fase; a la izquierda y a la derecha de esa porción recta la tensión disminuye hasta anularse debido a que las frecuencias correspondientes caen fuera del ancho de banda del transformador.

Aunque en los gráficos no se aprecia la diferencia, la característica del detector de fase es más lineal que la del detector de sintonía escalonada, y por ello es más utilizado.

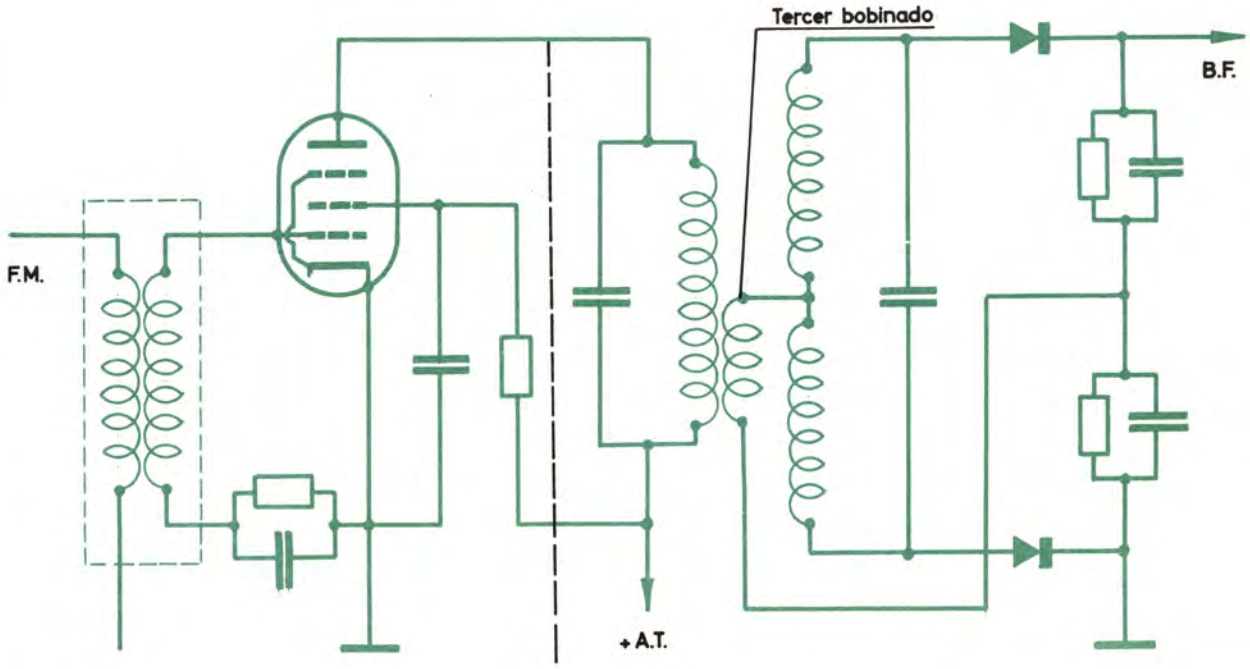
Suponemos que no es necesario aclarar por qué razón se denomina a este montaje *detector de fase*. Conviene saber que con frecuencia se le conoce también con el nombre de *detector de Foster-Seely*.



VARIANTES DEL MONTAJE DE PRINCIPIO

En la forma que hasta ahora hemos considerado el detector de fase presenta un inconveniente de orden práctico.

El inconveniente consiste en que el primario L_p y su condensador de sintonía C_p quedan incluidos, normalmente, en el circuito de placa del pentodo limitador. En consecuencia, todos los elementos conectados al secundario quedan cometidos a la alta tensión de alimentación, circunstancia que conviene evitar, sobre todo si en el detector se utilizan diodos termoiónicos en lugar de diodos semiconductores, lo cual es muy frecuente.

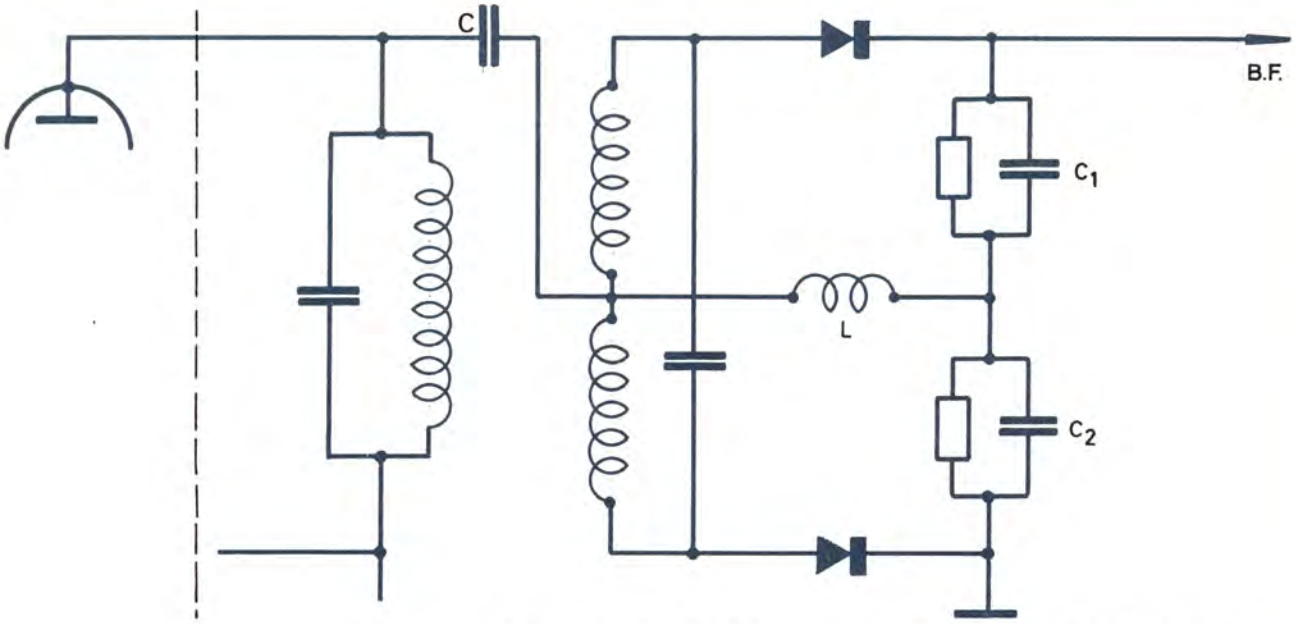


La inclusión de un tercer bobinado fuertemente acoplado al primario permite aislar eléctricamente el primario del secundario.

Este inconveniente se elimina añadiendo un tercer bobinado no sintonizado fuertemente acoplado al primario.

La tensión que aparece en este bobinado está siempre en fase con la del primario. Esa es la tensión que se aplica a la toma media del secundario sintonizado. De esta forma los dos bobinados sintonizados quedan aislados eléctricamente.

En algunas ocasiones también se resuelve el problema inyectando la tensión del primario a la toma media del secundario, utilizando un condensador en lugar de un conductor.



Otra posibilidad de realización del detector de fase. La tensión del primario se inyecta a la toma media del secundario mediante el condensador C. La autoinducción L permite que a su través se cierre el circuito para la corriente continua, pero impide que la tensión inyectada en el punto medio quede derivada al chasis a través del condensador C_2, cosa que ocurriría si L fuese un simple conductor.

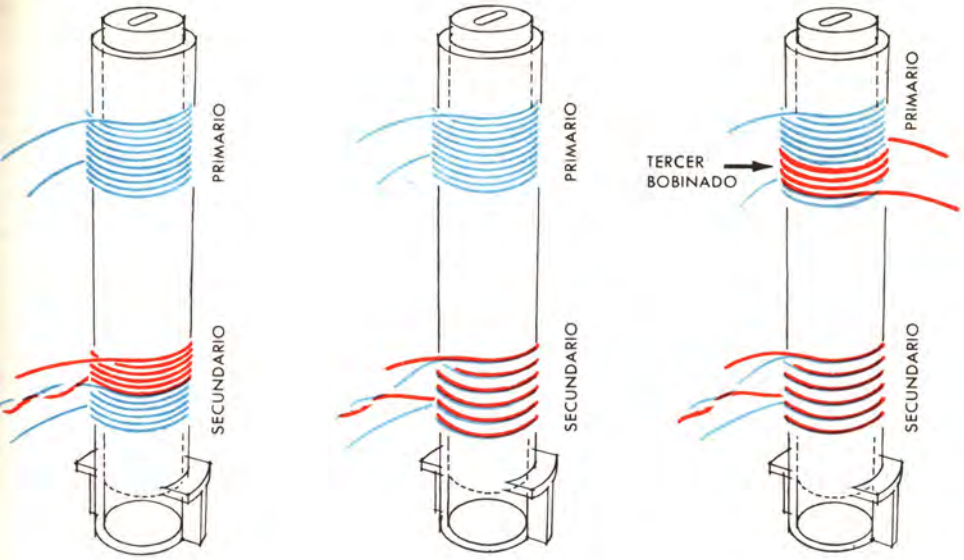
PARTICULARIDADES CONSTRUCTIVAS

Para conseguir el funcionamiento correcto de este montaje es particularmente importante que las dos mitades del secundario sean absolutamente iguales y trabajen en exactamente las mismas condiciones. De lo contrario ni el montaje ni su característica serían simétricos.

No se crea que para conseguir esta simetría, baste con hacer que las mitades tengan el mismo número de espiras. De ordinario, el primario y el secundario del transformador se bobinan sobre un mismo tubo, bastante separados entre sí para que el acoplamiento sea débil. En estas condiciones, es evidente que si nos limitásemos a bobinar el secundario colocando una espira al lado de otra y haciendo un contacto en la espira central, una de las mitades del secundario quedaría más próxima al primario que la otra y por tanto trabajaría en condiciones distintas.

Para conseguir que ambas trabajen en iguales condiciones el secundario se bobina con dos hilos de manera que las espiras de las dos mitades queden intercaladas; finalmente, para obtener la toma media se une la entrada de una de esas mitades con la salida de la otra mitad.

Existe otra importante razón que aconseja el empleo de los bobinados que acabamos de citar: en casi todos los casos el ajuste de la frecuencia de resonancia, tanto del primario como del secundario, se lleva a cabo por variación de permeabilidad y no por variación de capacidad; es decir: introduciendo más o menos un núcleo de ferrita en el interior de los bobinados. Pues bien, lo más probable es que cuando el secundario esté ajustado de forma que su frecuencia de resonancia sea de 10'7 Mc/s, el núcleo de ferrita no haya quedado centrado respecto del bobinado, sino un poco desplazado hacia un lado. De esta forma, de no haber tenido la precaución de bobinar el secundario según el procedimiento indicado, una de las dos mitades tendría mayor autoinducción, ya que sus espiras, como es lógico, estarían más cerca del núcleo.



Los transformadores para los detectores de fase se suelen bobinar sobre un tubo aislante roscado por su interior a fin de poder utilizar núcleos de ferrita para el ajuste. La realización a) es incorrecta, ya que una mitad del secundario está más cerca del primario que la otra y esas dos mitades quedan influidas de manera distinta por el núcleo. Las realizaciones b) y c) son correctas. En la c) queda ilustrada la situación del bobinado cuando el transformador va provisto de él.

Por último, si el transformador es del tipo de tres bobinados, el devanado terciario no sintonizado se bobina directamente encima del primario para conseguir un acoplamiento fuerte.

EL DETECTOR DE RELACION

Tanto el detector de sintonía escalonada como el de fase no sólo son sensibles a las variaciones de frecuencia, sino también a las de amplitud. Tanto en un montaje como en el otro, cuanto más amplia es la señal de FM a la entrada, mayor amplitud tiene también la señal de B.F. a la salida; y ello por la sencilla razón de que por ser mayor la tensión en el primario también lo es en el secundario, lo que origina mayores tensiones rectificadas en los condensadores C_1 y C_2 y mayor diferencia de tensiones cuando la señal no sea de 10'7 Mc/s.

Resulta, pues, que en el caso de que a la entrada de estos detectores la señal modulada en frecuencia presente también variaciones de amplitud, la señal que aparece a la salida se debe a las dos causas unidas. Por tanto, cuando las variaciones de amplitud a la entrada hayan sido producidas por una señal de interferencia (de la naturaleza que sea) cuya frecuencia esté comprendida dentro del ancho de banda del receptor, en el altavoz se percibirá un ruido o serie de ruidos que acompañan la audición.

Para evitar estos males los detectores de fase y de sintonía escalonada deben ir precedidos de un paso limitador.

Sin embargo, ambos detectores pueden modificarse de manera que efectúen a la vez las funciones de detector y de limitador.

Vamos a estudiar estas modificaciones sobre el detector de fase, que es el más empleado.

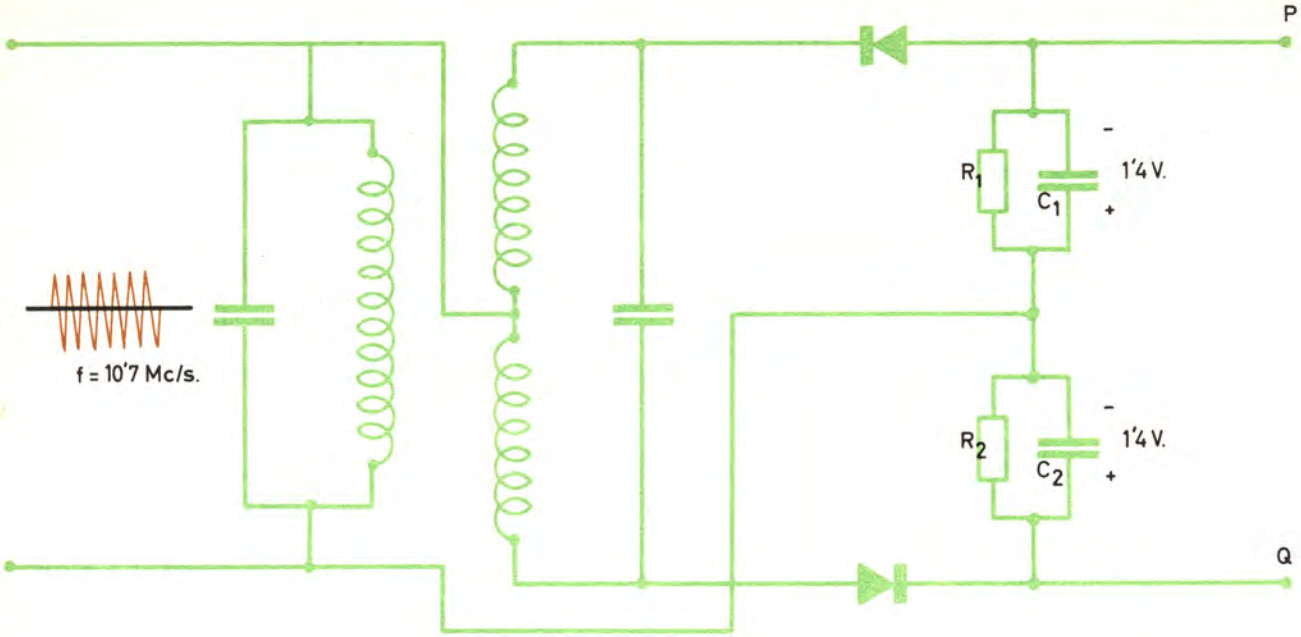
Supongamos, para empezar, que se invierte el diodo D_1. Con esta modificación, el esquema correspondiente al montaje es el que sigue.

La nueva disposición de los diodos hace que entre P y Q no se encuentre *la diferencia de tensiones de los condensadores C_1 y C_2, sino la suma.* Para comprenderlo no hay más que advertir que la tensión del condensador C_1 ha cambiado de polaridad.

Ahora bien; observe que esta suma es constante aunque varíe la frecuencia de la señal de entrada.

De acuerdo con los datos que se indican en los gráficos del párrafo anterior, en el supuesto de que la tensión a la entrada sea de 1 V_p la suma de las tensiones en los condensadores C_1 y C_2 será de:

1'4 + 1'4 = 2'8 V a la frecuencia de 10'7 Mc/s
1 + 1'8 = 2'8 V a la frecuencia de 10'8 Mc/s
1'8 + 1 = 2'8 V a la frecuencia de 10'6 Mc/s

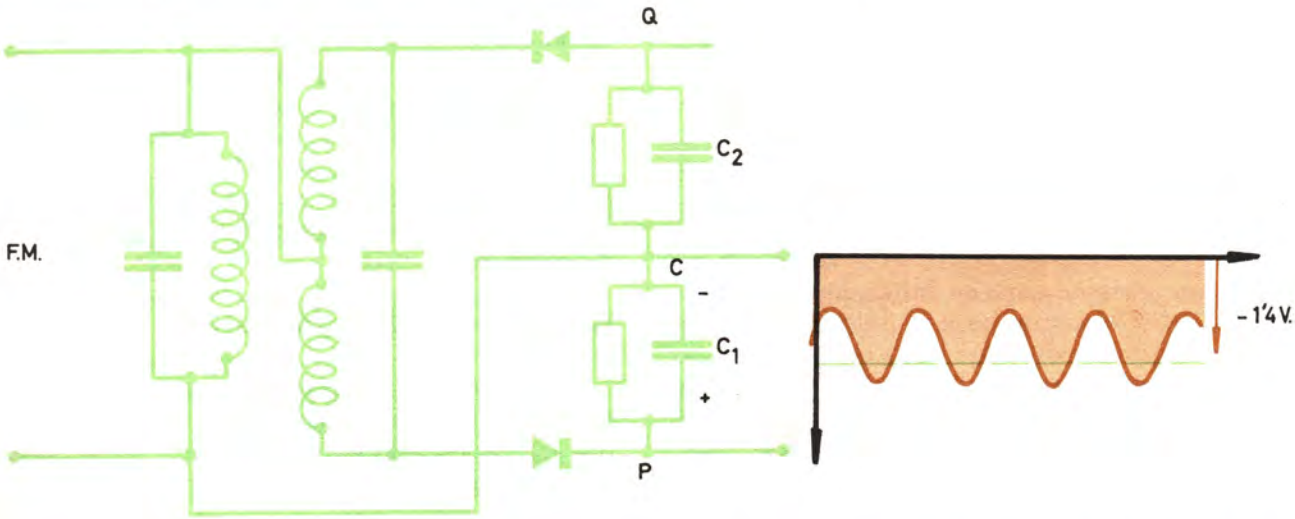


Es evidente: entre P y Q ya no se obtiene la señal de B.F. sino únicamente una tensión continua de amplitud constante.

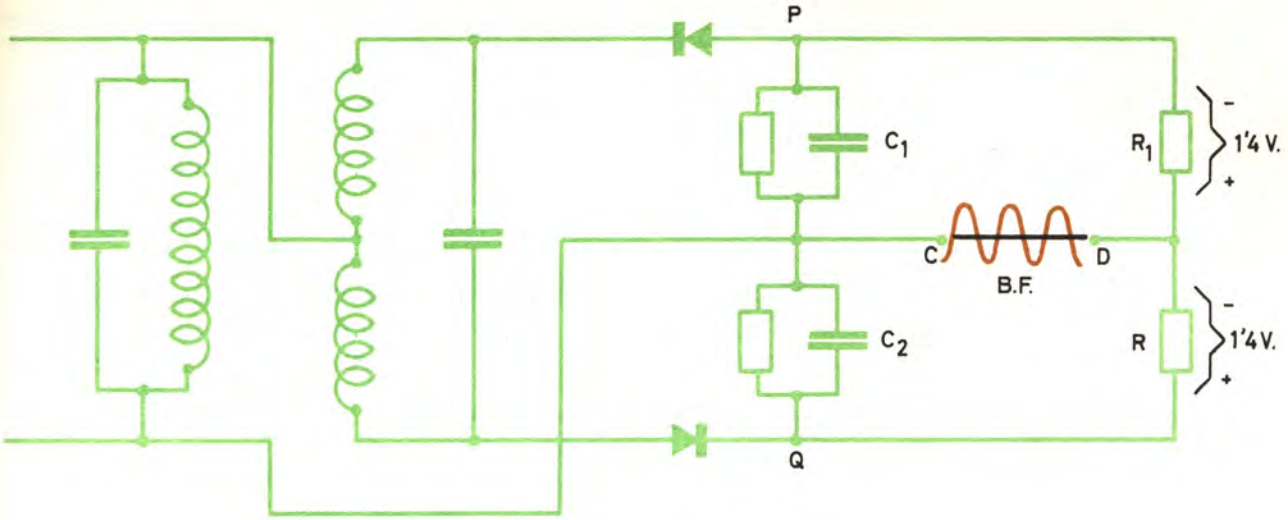
Si se quiere obtener la señal de B.F., debe extraerse de los terminales del condensador C_1 o de los del condensador C_2, ya que en cualquiera de ellos la tensión varía de acuerdo con las variaciones de frecuencia.

Vamos a elegir, por ejemplo, el condensador C_1; debemos tener en cuenta dos cosas:

1. La amplitud de la señal de B.F. en ese condensador es la mitad de la que obteníamos con el detector de fase en su forma original ya que en este último aprovechábamos las variaciones *en los dos condensadores*.
2. En el condensador C_2 la señal alterna de B.F. aparece mezclada con una componente continua positiva de + 1'4 V, ya que, según hemos visto, la tensión oscila alrededor de ese valor. Así, pues, para la frecuencia central de 10'7 Mc/s la tensión de salida no es nula, sino que tiene valor positivo.



Entre C y P aparece la señal de B.F. mezclada con una componente continua. La amplitud de la señal de B.F. en este montaje es la mitad de la que proporcionaba el detector de fase no modificado en P y Q.



Mediante las resistencias R de igual valor conectadas entre P y Q obtenemos en el punto D una tensión igual a la componente continua de la señal de B.F., que aparece en los extremos de C_2. Entre C y D podemos, pues, extraer la señal de B.F. sin componente continua; **su amplitud seguirá siendo, sin embargo, la mitad que en el detector de fase.**

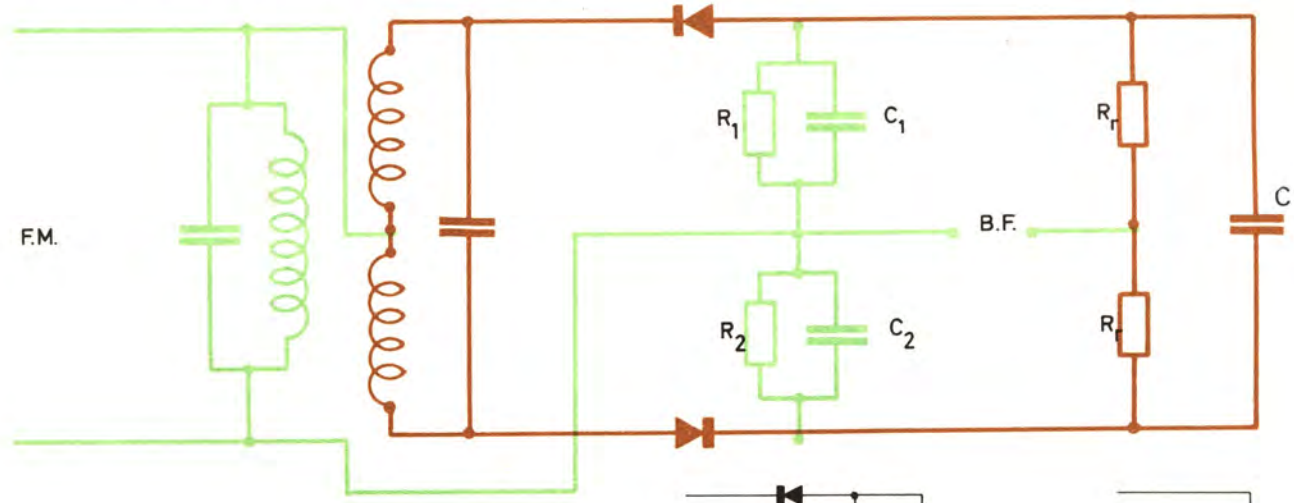
Este segundo inconveniente puede evitarse fácilmente colocando entre P y Q dos resistencias de igual valor conectadas en serie. La señal de B.F. puede entonces tomarse de los puntos C y D desprovista de componente continua, puesto que en el punto D también la tensión será de + 1'4 V con respecto al punto Q, y en consecuencia para f = 10'7 Mc/s la d.d.p. entre C y D es nula.

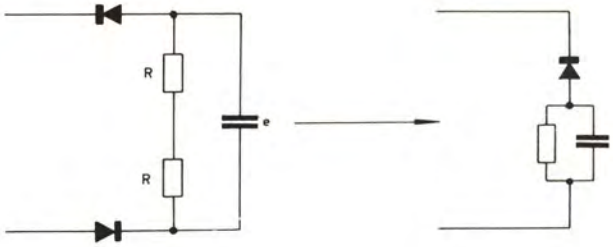
Cuando se llega a este punto, el montaje, además de ser ligeramente más complicado que el original, tiene la desventaja de que la amplitud de la señal de B.F. que proporciona queda reducida a la mitad.

¿Para qué, pues, todas esas modificaciones?

No tendría ningún sentido la cuestión si acabase en este estado de cosas; pero no es así.

Conectemos ahora entre los puntos P y Q un condensador de elevada capacidad, de forma que





Al añadir el condensador C al montaje, éste adquiere propiedades limitadoras. Compruebe que la parte dibujada en rojo constituye en realidad el circuito de un limitador de umbral variable. Habida cuenta de que los dos diodos permiten la conducción en el mismo sentido, el limitador es del tipo de un solo diodo y un solo grupo RC.

la constante de tiempo conseguida por su acción y la de las dos resistencias antes mencionadas sea muy grande en comparación con R_1C_1 o R_2C_2.

Con la inclusión de este condensador acabamos de convertir el detector en un limitador de umbral variable sin que por ello deje de cumplir las funciones de detector.

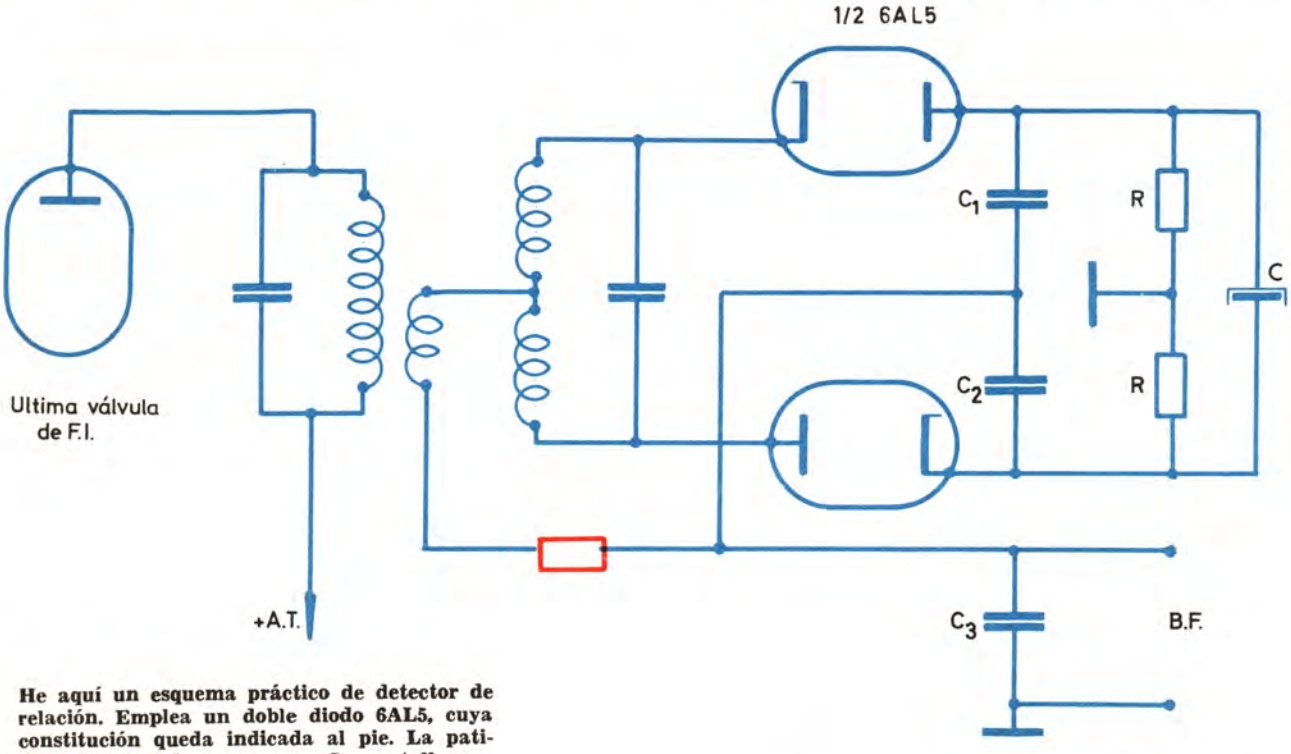
Observe que, en efecto, este nuevo grupo RC está conectado a los extremos del secundario a través de los diodos. Todo aumento brusco y momentáneo de la amplitud de la señal es inmediatamente recortado, puesto que los diodos conducen y cargan el condensador.

El tipo de limitador que se obtiene con esta disposición es el que se estudió al final de la lección anterior; es decir, aquel que empleaba un solo diodo y un solo grupo RC. Existe la similitud pese a que empleemos dos diodos: dada la polaridad en que están montados conducen en un solo sentido, y por tanto se comportan (en lo que atañe a las funciones del limitador) como si fuesen uno solo.

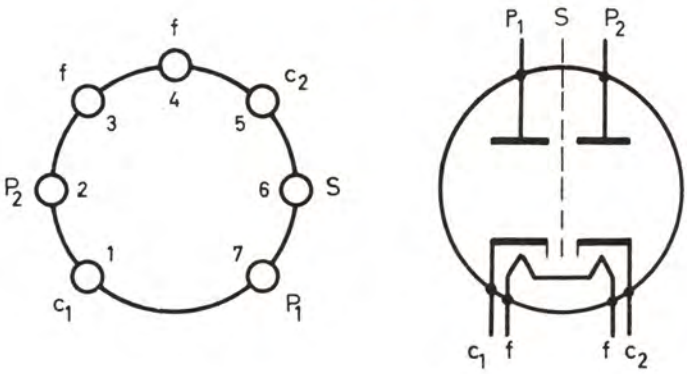
Puesto que entre P y Q la tensión siempre tiene amplitud constante, la tensión de B.F. que aparece entre C y D sólo depende de la relación que exista entre la tensión de C_1 y la de C_2; de ahí el nombre de DETECTOR DE RELACIÓN con que se conoce este montaje.

La única forma de variar la tensión de un condensador con respecto a la del otro consiste en variar la frecuencia a la entrada, de lo que resulta de ello que *este detector no es sensible a las variaciones de amplitud.*

Las razones que aconsejan aislar eléctricamente el circuito primario del secundario en el detector de fase son válidas también aquí, puesto que el primario queda incluido en el circuito de placa de un pentodo, que en este caso no actúa en



He aquí un esquema práctico de detector de relación. Emplea un doble diodo 6AL5, cuya constitución queda indicada al pie. La patilla 6 corresponde a una pequeña pantalla metálica que separa las dos diodos. Esta patilla debe conectarse a masa. Al haber incluido el grupo de limitación formado por las resistencias R y el condensador C pueden suprimirse las resistencia R_1 y R_2. Dado que el grupo de limitación requiere una gran constante de tiempo, el condensador C suele ser electrolítico con capacidad comprendida entre 4 y 8 μF. El condensador C_3 tiene por objeto conseguir un mayor filtrado de la señal detectada y la resistencia dibujada en rojo en serie con el tercer bobinado tiene por objeto aumentar la resistencia interna de éste, ya que de esta forma se consigue una operación más simétrica del montaje. Su valor es del orden de los 100 ohmios.



funciones de limitador, sino como última válvula del amplificador de F.I.

Las resistencias R_1 y R_2 de carga de los diodos pueden eliminarse por haber introducido las del grupo RC de limitación. En la práctica, pues, la disposición real del detector de relación es la que aparece en la figura.

Los diodos pueden ser semiconductores o termoiónicos. Como válvula especialmente adecuada citaremos la EHA91, serie europea, que corresponde a la 6AL5 americana. Incluye los dos diodos dentro de una misma ampolla, tiene siete patillas y es del tipo miniatura.

Observe el pequeño tamaño de la 6AL5.

UN MONTAJE PARA RECEPTORES MIXTOS

No queremos pasar por alto una variante del detector de relación muy utilizada en los receptores mixtos. Es decir: en aquellos receptores capaces de sintonizar tanto señales de AM como de FM.

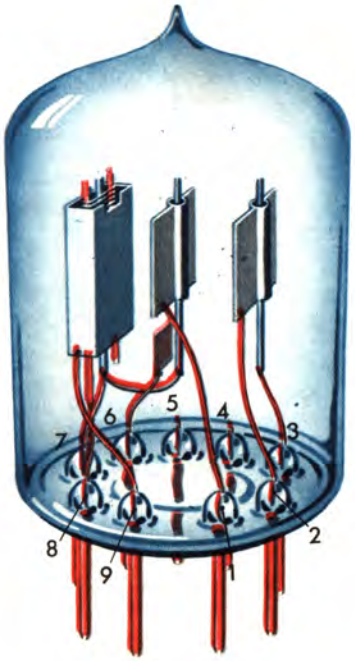
Para estos receptores, la necesidad de ahorrar espacio y disminuir el precio ha hecho que se desarrollen válvulas que desempeñen varios cometidos simultáneos. Una de éstas es la EABC80, de la serie Noval, que puede cumplir las siguientes funciones:

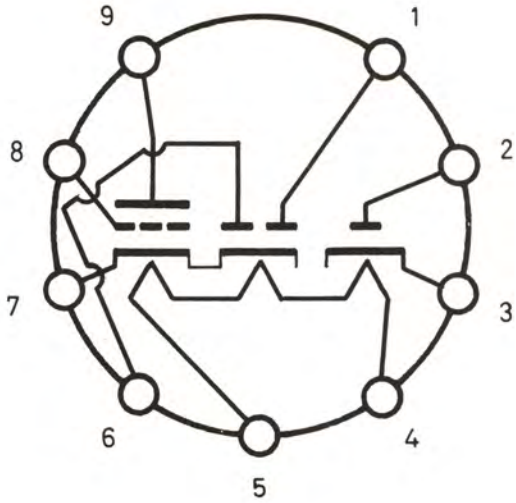
Detectora de AM.
Detectora de FM.
Amplificadora de tensión de B.F.

La válvula EABC80 se compone de tres diodos y un triodo. Por necesidades de construcción, un solo cátodo sirve para el triodo y para dos de los diodos, según indicamos en la composición esquemática.

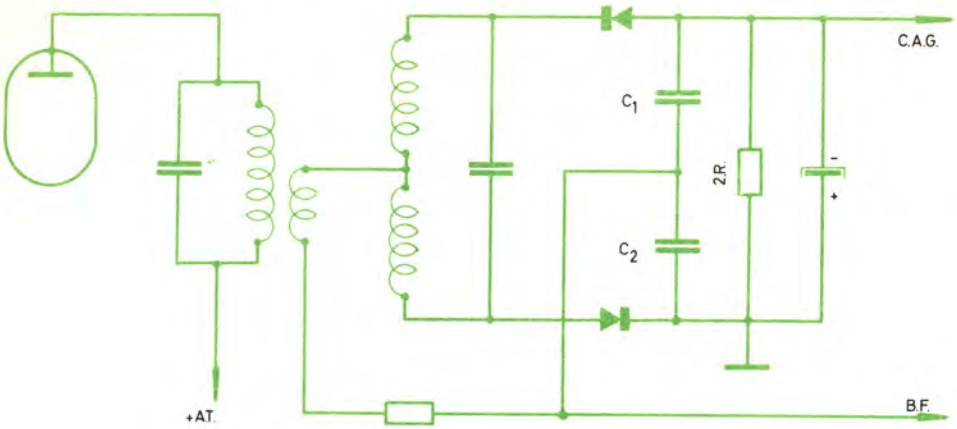
El triodo se polariza por la inclusión en el circuito de rejilla de una resistencia de elevado valor, con lo que el cátodo del triodo puede conectarse directamente al chasis. Uno de los diodos que utilizan este cátodo se emplea como detector de AM; el otro forma parte del detector de relación.

No debe olvidarse, sin embargo, que este diodo tiene conectado al chasis el cátodo, y en los



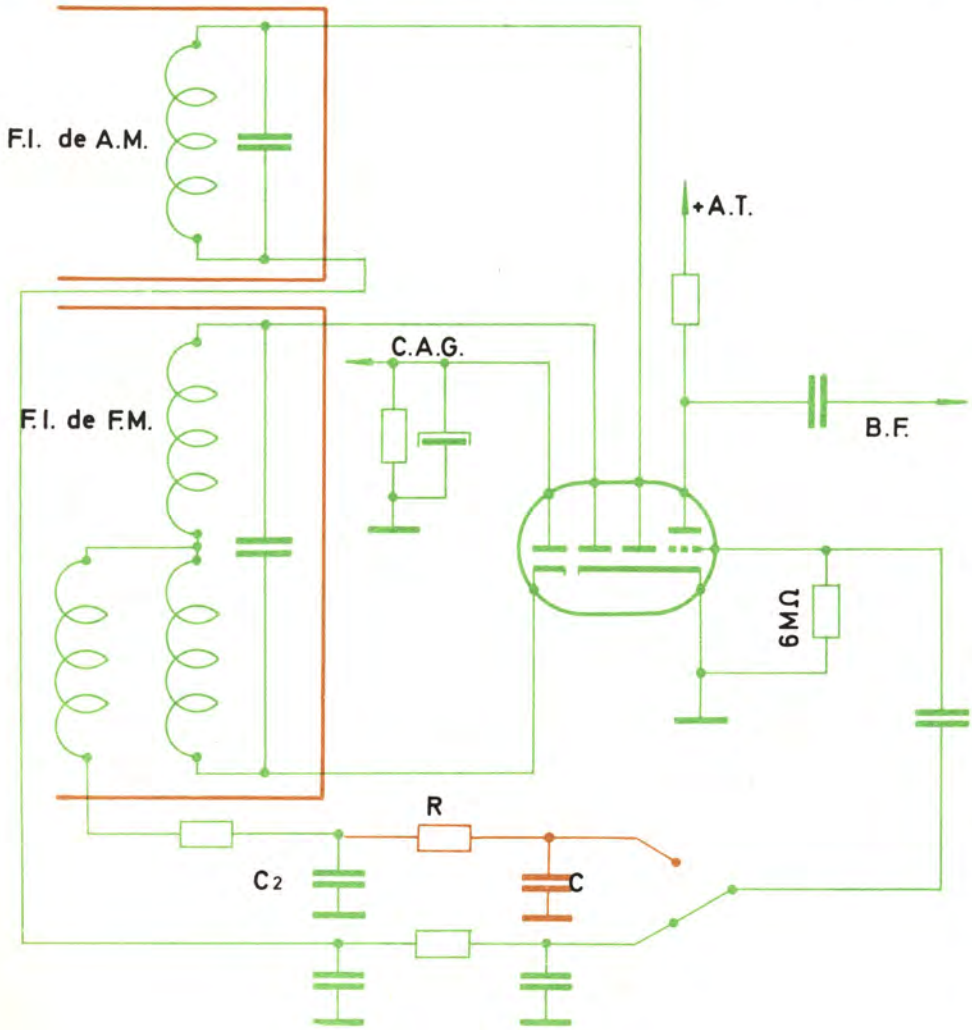


Estructura y diagrama del conexionado interno de la EABC80.



Prescindiendo de la toma media en la resistencia del grupo limitador es posible conseguir que el cátodo de uno de los diodos quede conectado al chasis. En estas condiciones, como ya se ha dicho, la señal de B.F. aparece mezclada con una componente continua. El condensador C_3 puede eliminarse, puesto que ya el C_2 está conectado directamente al chasis. Cuando se utiliza este montaje, se prescinde incluso en ocasiones del condensador C_1. La tensión negativa que aparece en el condensador de limitación se utiliza para el gobierno del C.A.G.

esquemas que antes hemos indicado no se da esa circunstancia. El esquema siguiente presenta ligeras modificaciones en comparación con los anteriores para conseguir que en uno de los diodos el cátodo esté conectado al chasis. En este montaje la señal de B.F está mezclada con una componente continua, de la que se le puede separar por medio de un grupo resistencia-condensador.



He aquí un ejemplo de utilización de la EABC80 como detector de AM y FM y amplificadora de tensión de B.F. Observe cómo mediante un conmutador pueden aplicarse al triodo las señales del detector AM o del de FM. En el detector de FM hemos supuesto que se prescinde del condensador C_1, como antes hemos indicado. Observe sobre todo que en el circuito de FM aparecen un condensador y una resistencia dibujada en rojo, cuya misión aparentemente es contribuir a un mejor filtrado de las señales detectadas. En realidad, y dados los valores empleados, tienen una función más específica, como indicamos en el apartado siguiente.

El detector de relación resulta, sobre todo en esta última versión, algo menos lineal que el de fase; pero su funcionamiento es, a pesar de todo, satisfactorio; y dada la gran economía que representa es, con mucho, el más utilizado.

En los receptores mixtos, en los que el paso limitador quedaría sin utilidad durante la recepción de las señales de AM, este detector se utiliza de modo universal. Es el único sistema apto para estos receptores.

OTROS TIPOS DE DETECTOR DE FM

Además de los reseñados, existen detectores de FM que para la detección emplean válvulas de varias rejillas en lugar de diodos. Con el empleo de estas válvulas se logra también que el propio detector ejerza las funciones de limitador; y la señal de B.F. que entregan suele tener, todavía, una amplitud suficiente como para que el amplificador de baja frecuencia pueda estar constituido por la sola válvula final.

A pesar de todo, en los receptores mixtos (que son los más interesantes desde el punto de vista comercial) este detalle no representa ninguna ventaja, pues las válvulas empleadas para esa finalidad (6BN6 o EQ80) tienen un funcionamiento tan particular que no pueden realizar ninguna otra función en el receptor, y por tanto quedan inactivas cuando éste funciona en AM. Por otra parte, tampoco es posible prescindir de la válvula amplificadora de tensión de B.F., puesto que las señales procedentes del detector de AM no tienen amplitud suficiente para atacar la válvula de potencia.

Se comprende, pues, que no comentemos el funcionamiento de esos tipos de detectores; pero puesto que las válvulas mencionadas y su principio de funcionamiento tienen aplicación en los circuitos de los receptores de TV hablaremos de ellas en las lecciones especializadas.

DESACENTUACION

A lo largo de las lecciones dedicadas al tema de la FM hemos procurado exponer, con el detalle y la precisión compatibles con la sencillez nenesaria en una obra elemental, las cualidades y ventajas de este tipo de modulación. La principal ventaja es, desde luego, su gran inmunidad frente a las interferencias de todo tipo. Ahora bien, no quisiéramos que de la exposición necesariamente simplificada de la cuestión se llegase a la conclusión de que este sistema de transmisión está *totalmente libre* de perturbaciones.

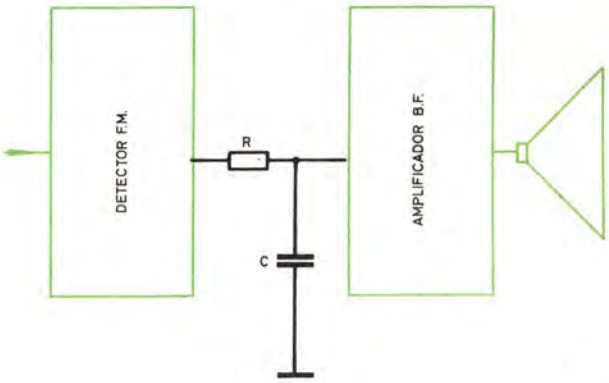
En realidad, también cuando se utiliza la modulación de frecuencia pueden aparecer ruidos molestos en el altavoz junto con la audición deseada, aunque desde luego no tanto como en AM. Ahora bien, en FM los sonidos más expuestos a perturbación son los de tono agudo; es decir, los que tienen frecuencias elevadas, con lo que quiere decirse que los ruidos parásitos que aparecen en el altavoz tienen frecuencias que corresponden al extremo superior de la gama de audio.

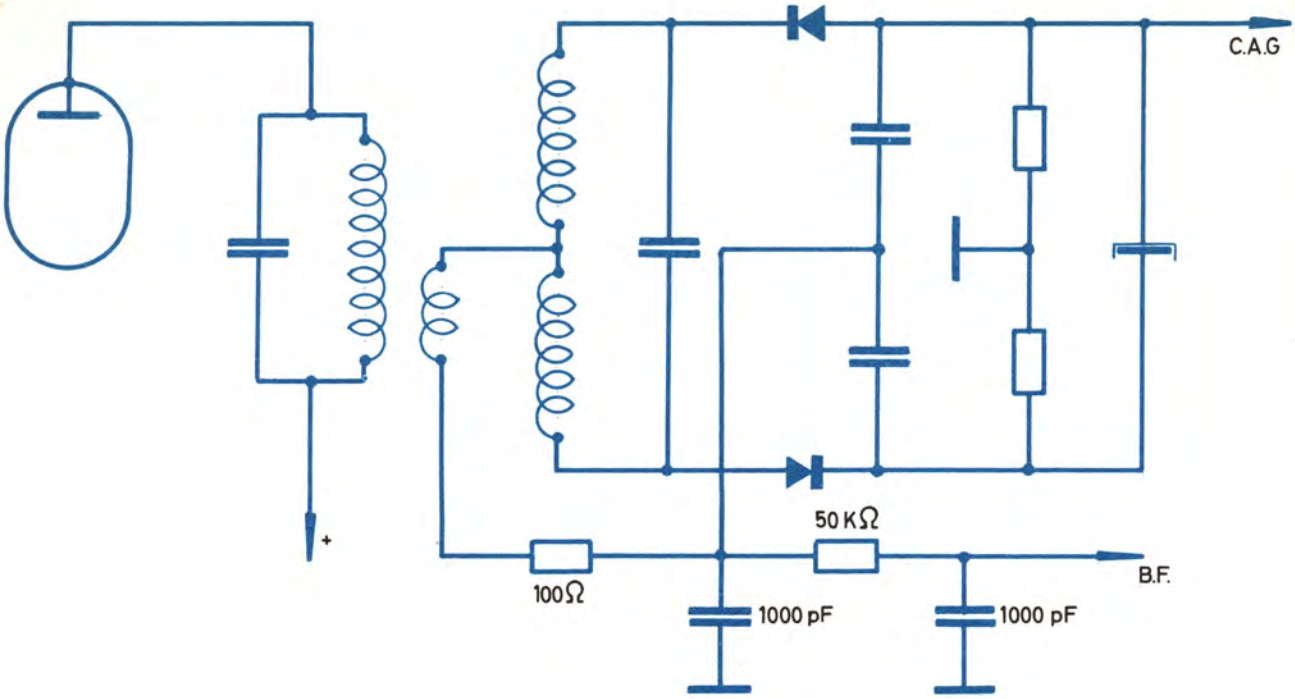
Pues bien; para remediar el mal se acude al siguiente artificio:

En el emisor se hace que las notas agudas se transmitan con mayor potencia que las graves. Es decir, se hace de manera que de dos sonidos de igual intensidad, uno agudo y otro grave, el primero module más profundamente la portadora. Con otras palabras: que provoque una mayor *excursión de frecuencia.*

Si no se tomase ninguna precaución, en las gamas sonoras detectadas por el receptor habría franco predominio de las notas agudas; el sonido sería chillón.

Para restablecer el equilibrio necesario se hace que las señales procedentes del detector atraviesen un circuito denominado de *desacentuación,* que está constituido sencillamente por una resistencia y un condensador.





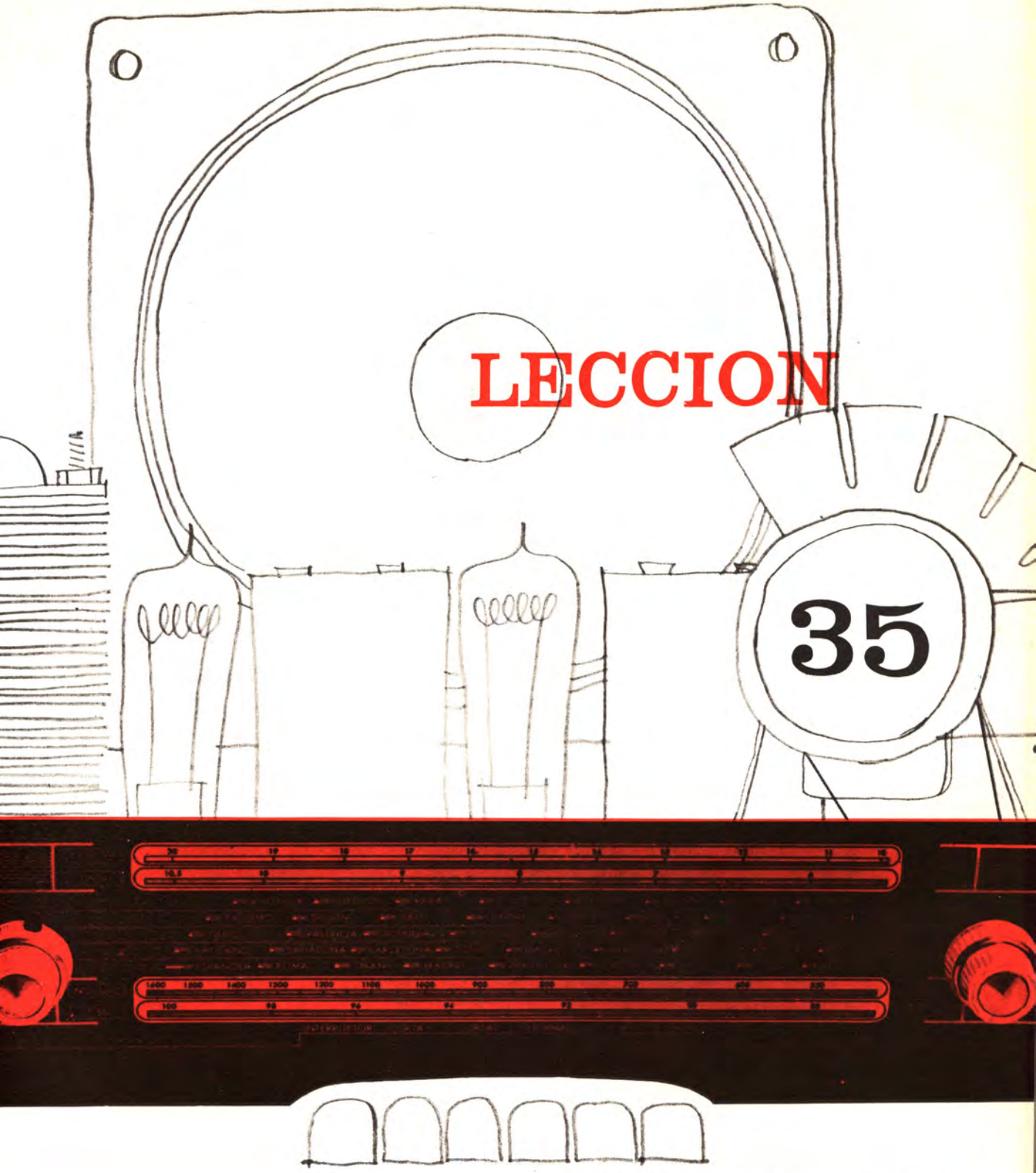
Detector de relación con circuito de desacentuación.

El condensador, como es fácil comprender, atenúa en mayor proporción las frecuencias agudas que las graves, y en particular —esto es lo interesante— atenúa también los ruidos parásitos.

Si se eligen R y C de manera que la relación entre las amplitudes de los sonidos graves y agudos vuelva a su nivel original, los parásitos quedan prácticamente eleminados.

Para corregir la acentuación a que en la emisora se someten los sonidos agudos, los valores de R y C deben elegirse de forma que su constante de tiempo sea de 50 microsegundos. Es decir: el producto del valor de la resistencia (expresado en MΩ) por el de la capacidad del condensador (expresada en pF) debe ser igual a 50. Es un valor a retener.

* * *



Particularidades de los receptores de FM

El amplificador de F.I. en los receptores de FM

Paso conversor y amplificador de A.F.

Ruido interno

El sintonizador típico FM

Particularidades de los receptores de FM

INTRODUCCION

En las dos lecciones precedentes hemos analizado los circuitos o bloques funcionales de los receptores de FM que no existen en los receptores de AM (caso del *limitador*) o difieren en su funcionamiento con respecto al paso análogo en los receptores de AM (caso del *detector de FM*).

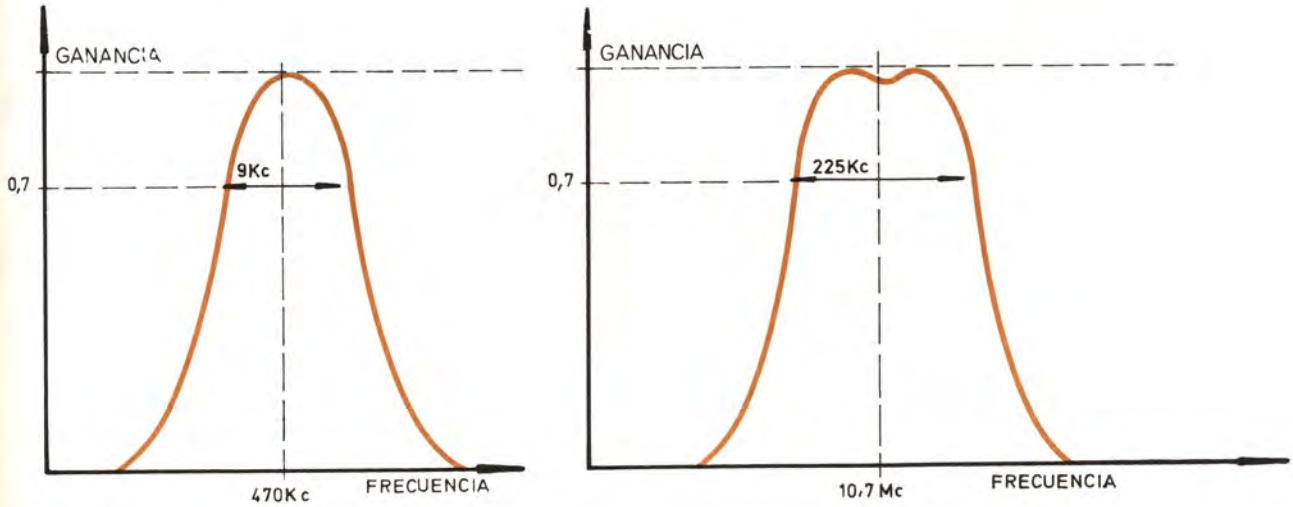
Los restantes pasos (amplificador de F.I., conversor y amplificador de A.F.) funcionan de acuerdo con los mismos principios que ya hemos expuesto en lecciones anteriores. Sin embargo, debido a que las frecuencias con que trabajan son mucho más elevadas que en el caso de los superheterodinos de AM, y también a que el ancho de banda requerido es mucho mayor, la realización de estos pasos ofrece una serie de particularidades que es preciso comentar.

EL AMPLIFICADOR DE F.I. EN LOS RECEPTORES DE FM

LA SELECTIVIDAD

Como en los superheterodinos de AM, este amplificador está formado por una serie de etapas amplificadoras (generalmente tres) con válvulas pentodo, acopladas entre sí mediante transformadores doblemente sintonizados.

La frecuencia central de trabajo de este amplificador es de 10'7 Mc/s —es decir, 10.700 Kc/s— y su ancho de banda debe ser tal que amplifique de manera uniforme todas las bandas laterales del espectro de modulación, o por lo menos todas las



El ancho de banda en los amplificadores de F.I. es mucho mayor en FM que en AM.

que tienen una amplitud notable. Esta necesidad se consigue en la práctica *dando al amplificador de F.I. un ancho de banda que sea una vez y media mayor que la excursión máxima de frecuencia con que trabaja el emisor.*

Todas las estaciones comerciales que emiten señales moduladas en frecuencia utilizan una excursión máxima de ± 75 Kc/s en total.

Luego el ancho de banda requerido es:

Ancho de banda = 1'5 × 150 = 225 Kc/s

Este, o un valor aproximadamente igual, es el ancho de banda del amplificador de F.I. de los superheterodinos de FM.

Pero no olvidemos que el amplificador de F.I. está compuesto por varios pasos (de ordinario tres, según hemos dicho) y que cada uno de ellos, considerado por separado, debe tener un ancho de banda mayor, puesto que al acoplarlos en cascada, el ancho de banda total es menor que el de cualquiera de los pasos. Recuerde lo dicho en la lección 27 a propósito de esta cuestión.

Lo que da idea de la selectividad de un amplificador, más que su *ancho de banda absoluto*, es su *ancho de banda relativo*, de manera que mediante este concepto podemos establecer una comparación entre la selectividad de los amplificadores de F.I. en AM y en FM

Supondremos, para esta comparación, que el amplificador de F.I. de AM está sintonizado a 470 Kc/s. En cuanto a su ancho de banda, conviene recordarlo, es de 9 Kc/s.

Según esto, resulta:

$$\text{Ancho de banda relativo en FM} = \frac{225}{10.700} = 0'021$$

$$\text{Ancho de banda relativo en AM} = \frac{9}{470} = 9'019$$

Vea cómo incluso el ancho de banda relativo es mayor en los receptores de FM que en los de AM.

Como, por otra parte, el amplificador de F.I. de los receptores de FM consta de tres pasos, mientras que en los de AM sólo consta de dos, es evidente que cada paso, por sí solo, debe tener un ancho de banda relativo mucho mayor en FM que en AM.

COMO SE CONSIGUE EL ANCHO DE BANDA NECESARIO

El ancho de banda en los amplificadores que utilizan transformadores doblemente sintonizados depende de dos factores fundamentales:

1. Del factor de calidad Q de los bobinados.
2. Del grado de acoplamiento entre primario y secundario.

En AM (puesto que es preciso conseguir una selectividad elevada en cada uno de los dos pasos que componen el amplificador de F.I.) se procura que el factor Q sea lo mayor posible; de ahí que en los bobinados se emplee hilo que ofrezca muy poca resistencia. Para cubrir esta necesidad, se fabrica uno especial compuesto por un haz de hilos de cobre muy finos protegidos por una envoltura de algodón que ofrece muy poca resistencia por unidad de longitud.

En FM, en cambio, los bobinados se efectúan con hilo de un solo cabo, que incluso se procura sea de pequeña sección a fin de que ofrezca una resistencia relativamente elevada. De esa forma se obtiene un Q reducido y en consecuencia un mayor ancho de banda.

Por otra parte, el acoplamiento suele hacerse ligeramente superior al crítico, pues así no sólo se aumenta el ancho de banda, sino que la parte superior de la curva de respuesta del amplificador se hace algo más aplanada, con lo que se obtiene una ganancia más uniforme en las diversas frecuencias.

Cuando un bobinado debe poseer un Q elevado se emplea un cablecillo especial de varios cabos, pues de esta forma se consigue reducir la resistencia para las señales de alta frecuencia.

LA ESTABILIDAD

En diversas ocasiones hemos indicado que el principal inconveniente para el buen funcionamiento de los amplificadores que deben trabajar con frecuencias elevadas es la tendencia a oscilar, que pueden presentar como consecuencia de la dificultad de evitar la realimentación entre los diversos pasos del amplificador o, simplemente, entre la salida y la entrada de un mismo paso.

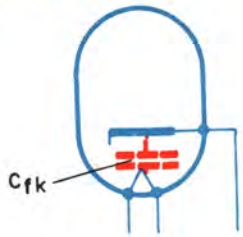
De tales dificultades se habló al tratar de los amplificadores de F.I. en los superheterodinos de AM; ahora podemos comprender que las precauciones que entonces se aconsejaban para evitar el riesgo de oscilación deben extremarse ahora, cuando el amplificador ya no trabaja a la frecuencia relativamente baja de 470 Kc/s, sino a 10'7 Mc/s. Es evidente que la posibilidad de realimentación a esta frecuencia (a través de las capacidades parásitas, por ejemplo) es mucho mayor.

Concretemos los diversos caminos por medio de los cuales puede tener lugar la realimentación. Sólo así podremos conocer la forma de evitar este fenómeno tan corriente.

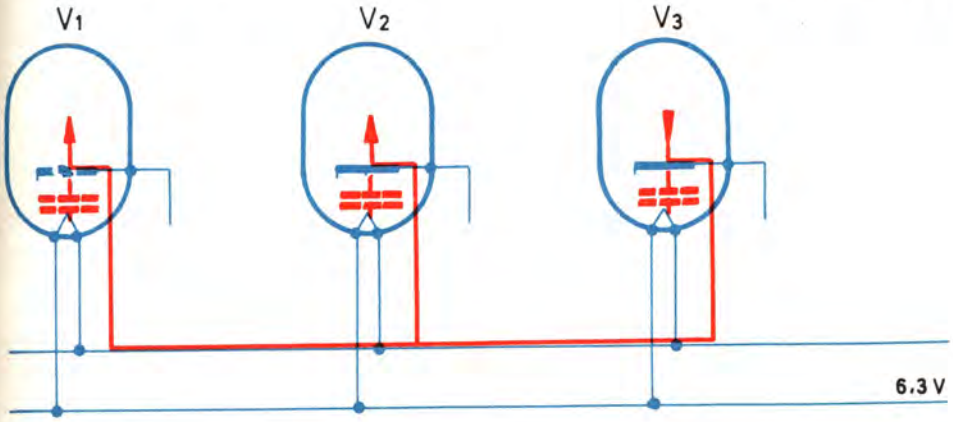
Realimentación a través de la linea de filamentos

Cuando una válvula trabaja en frecuencias muy elevadas, la señal pasa con facilidad del cátodo al filamento a través de la capacidad que presentan estos elementos entre sí.

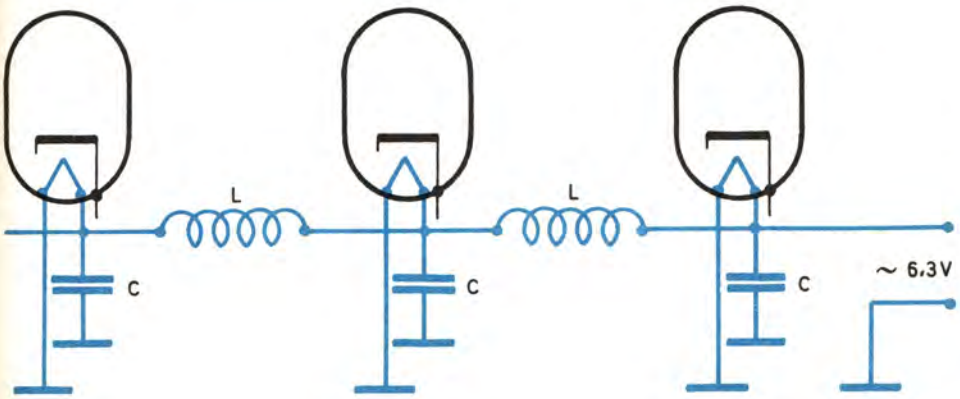
La señal, entonces, puede llegar a las válvulas de los pasos anteriores a través de la línea de filamentos y dar lugar, a través de la capacidad entre filamentos y cátodos de dichas válvulas, a un grado notable de realimentación.



Todas las válvulas presentan cierta capacidad parásita entre cátodo y filamento.



La señal de la válvula V_3 puede alcanzar a las válvulas V_1 y V_2 a través de la capacidad parásita filamento-cátodo y de la línea de filamentos.



Para evitar la realimentación a través de la línea de filamentos se intercalan en la línea las autoinducciones L, que tienden a impedir que la señal se transmita de un paso a otro, y se añaden los condensadores C, que ofrecen un fácil paso hacia el chasis para la señal.

Esta realimentación se evita intercalando en la línea de filamentos y entre cada válvula filtros eléctricos que impiden el paso de la señal de A.F.

Estos filtros están formados, sencillamente, por una bobina y un condensador dispuestos según se indica en la figura.

Tanto la autoinducción de la bobina como la capacidad del condensador son pequeñas, de manera que para la corriente de 50 c/s necesaria para el caldeo de los filamentos la primera se comporta como si fuese un simple conductor y el segundo como si no existiese; es decir, como un circuito abierto.

Total: que el caldeo de los filamentos tiene lugar en las mismas condiciones que antes de emplear el filtro.

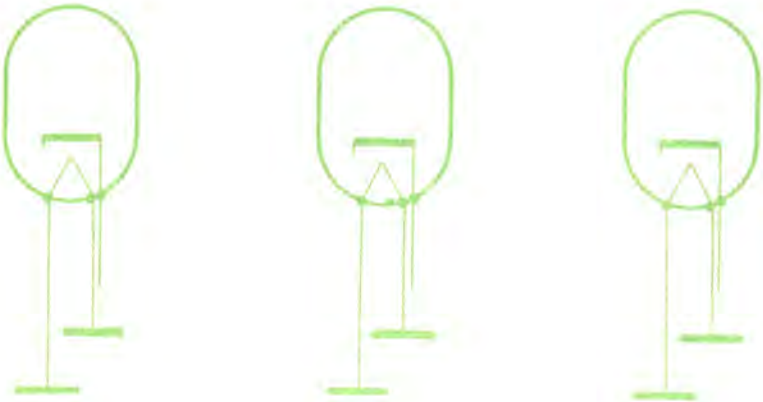
En cambio, la bobina presenta para las corrientes de A.F. una reactancia tan grande que puede considerarse como un circuito abierto; por contra, el condensador representa prácticamente un cortocircuito. Ahora la señal de A.F. no puede transmitirse a través de la línea de filamentos y se ha suprimido la realimentación a través de este camino.

Adviértase que, en contra de lo que aconsejábamos al hablar de los amplificadores de B.F., en este caso concreto el chasis sustituye a uno de los conductores de la línea de filamentos, sin que esta disposición ocasione zumbidos. Esta particularidad se debe a que el amplificador de F.I. no tiene ninguna ganancia para las señales de 50 c/s.

Advierta una cosa: sin la bobina y el condensador mencionados, la línea de filamentos representa (por lo que a las señales de A.F. se refiere) un elemento de acoplamiento entre los diversos pasos del amplificador, y que esos elementos (bobina y condensador) han eliminado tal acoplamiento. Por ello se les conoce frecuentemente con el nombre de *bobina y condensador de desacoplamiento de filamentos.*

Los condensadores empleados son del tipo cerámico, con una capacidad de unos 1000 pF; las bobinas pueden construirse bobinando sobre el cuerpo de una resistencia de bajo valor (unos 500 Ω) de 50 a 100 espiras con hilo de cobre esmaltado de 0'3 a 0'5 mm de diámetro.

Los extremos del bobinado se sueldan a los terminales de la resistencia.



Por lo que a la señal de alta frecuencia se refiere, la bobina de desacoplo de la línea de filamentos representa un circuito abierto; por lo contrario, el condensador es prácticamente un cortocircuito. Así resulta que —por lo que a la señal de A.F., repetimos, se refiere— es como si los pasos del amplificador no estuviesen unidos por la línea de filamentos.

He aquí los elementos que se emplean en el desacoplo de las líneas de filamentos. Los condensadores serán cerámicos, del tipo lenteja o del tipo tubular. Cuando se emplean estos últimos conviene conectar a masa el terminal que aparece algo desplazado del extremo. La bobina se construye devanando entre 50 y 100 espiras sobre el cuerpo de una resistencia de unos 500 ohmios.

Realimentación a través de la línea de alta tensión

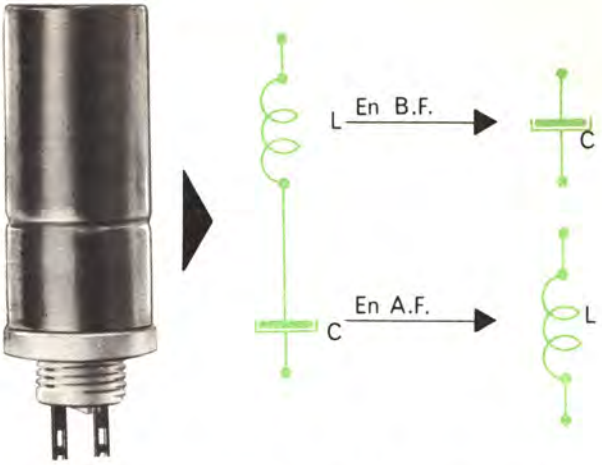
De manera análoga puede tener lugar la realimentación a través de la línea de + A.T. De esta línea se toma la tensión positiva para alimentar las placas de las diversas válvulas que componen el amplificador de F.I., y a esa línea llegan las corrientes de A.F., una vez han atravesado los primarios de los transformadores de F.I.

Puede creerse que estas corrientes serán derivadas directamente al chasis por los condensadores electrolíticos de la fuente de alimentación, puesto que su gran capacidad debe representar un verdadero cortocircuito para estas corrientes de A.F. Por desgracia, y en virtud de su propia construcción, los condensadores electrolíticos presentan entre sus terminales no sólo una gran capacidad, sino también una pequeña autoinducción; tan pequeña, que no representa ningún inconveniente para su buen funcionamiento como elemento de filtro del rizado de 50 a 100 c/s que tiene la corriente rectificada, pero que, en cambio, hace que su reactancia sea elevada ante frecuencias del orden de los Mc/s.

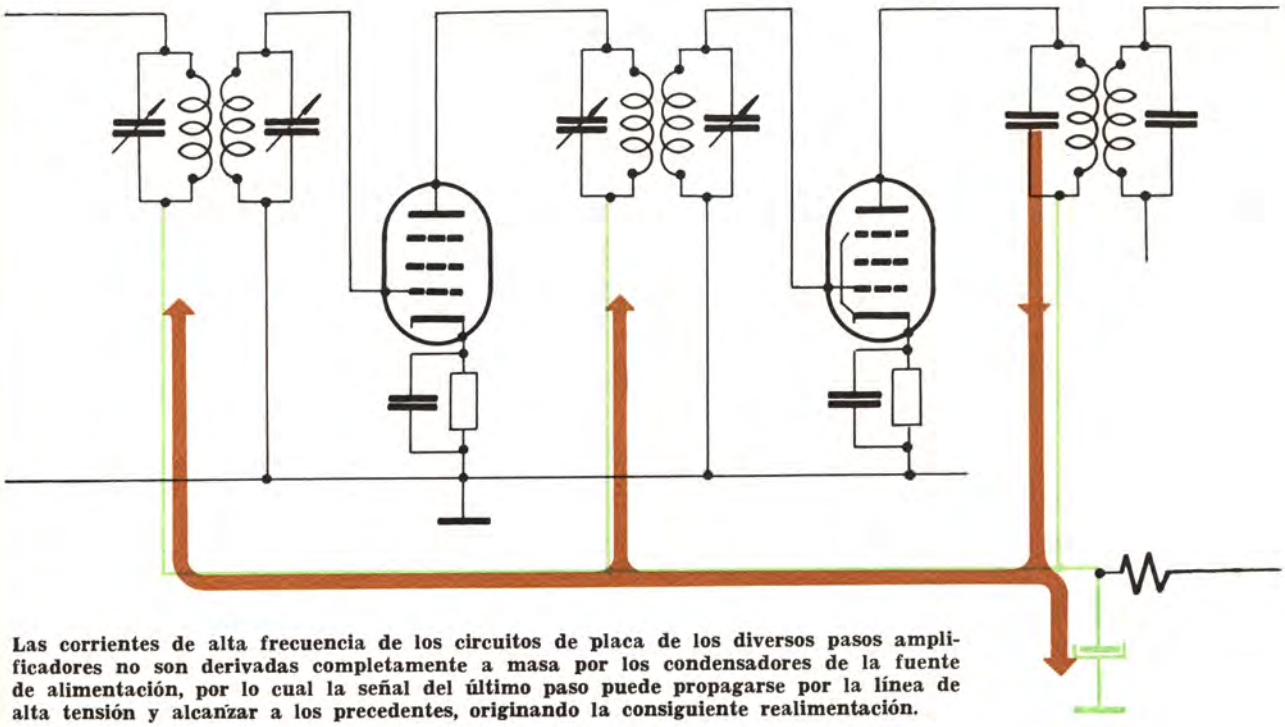
En definitiva: la corriente de placa de los diversos pasos deriva al chasis sólo en parte. Una fracción importante se propaga por la línea de alta tensión.

La figura ilustra, concretamente, cómo puede alcanzar la señal del último paso los pasos anteriores a través de ese camino, dando lugar a la consabida realimentación.

Una mejora que puede conseguirse consiste en



En virtud de sus particularidades constructivas los electrolíticos empleados para filtrar las corrientes rectificadas no sólo presentan una gran capacidad, sino también una pequeña autoinducción.
En B.F. esa autoinducción tiene una reactancia despreciable y puede considerarse como un simple conductor. Por lo contrario, en A.F. su reactancia es grande comparada con la del condensador, por lo que debe tenerse muy en cuenta.

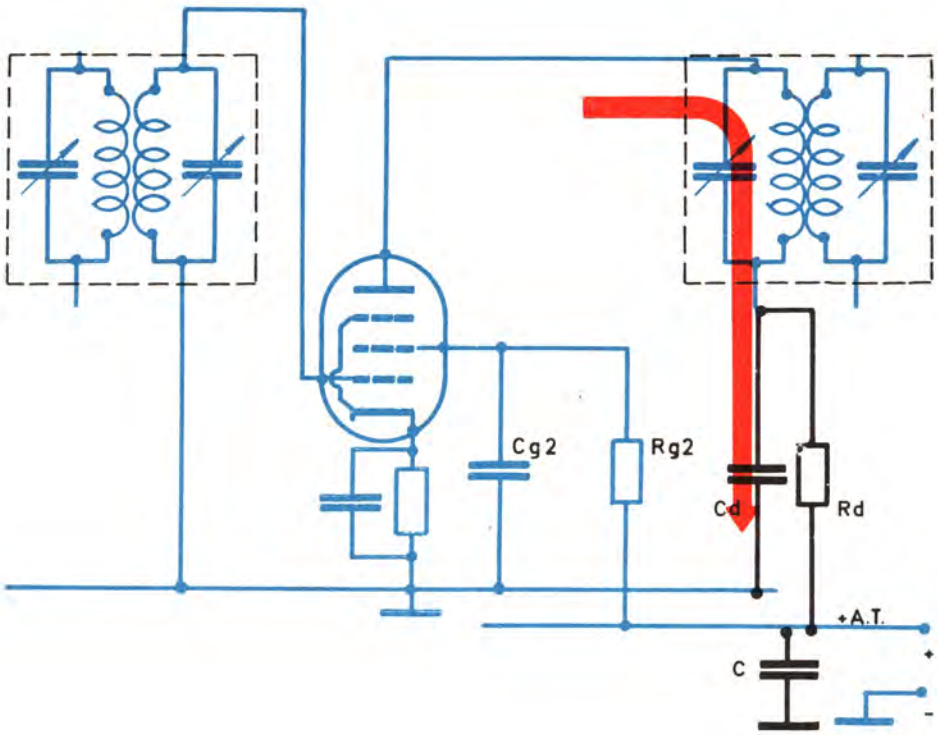


Las corrientes de alta frecuencia de los circuitos de placa de los diversos pasos amplificadores no son derivadas completamente a masa por los condensadores de la fuente de alimentación, por lo cual la señal del último paso puede propagarse por la línea de alta tensión y alcanzar a los precedentes, originando la consiguiente realimentación.

conectar un condensador cerámico o de poliester, cuya autoinducción residual es mucho menor que la de los electrolíticos, entre la línea de + A.T. y el chasis. Sin embargo, este remedio suele ser insuficiente.

La solución más eficaz está en impedir que la componente alterna de la corriente de placa de cada uno de los pasos llegue a alcanzar la línea de alta tensión. Para ello se alimenta cada placa a través de un filtro formado por una resistencia y un condensador conectados como indica la figura. En comparación con la resistencia, la reactancia del condensador es despreciable, de manera que la corriente de A.F. queda derivada a masa a través de este último sin llegar a alcanzar la línea de + A.T. Cierto es que la resistencia reduce al mismo tiempo el potencial positivo de la placa; pero se trata de una reducción tan pequeña que no tiene influencia apreciable en el funcionamiento. Por otra parte, esta disminución del potencial de placa puede compensarse diseñando la fuente de alimentación de modo que suministre una tensión algo mayor.

Se dice que la resistencia y el condensador que hemos incluido son de *desacoplo de la alta tensión*.



Para evitar la realimentación entre los diversos pasos del amplificador de F.I., en los receptores de FM se intercalan filtros entre la línea de + A.T. y los primarios de los transformadores de acoplamiento. Esos filtros están formados por una resistencia R_d y un condensador C_d. La señal de A.F. deriva a masa por el condensador; la resistencia le impide alcanzar la línea de + A.T Otra precaución que conviene tomar es conectar entre chasis y + A.T. un condensador cerámico o de poliester de capacidad comprendida entre 10.000 y 100.000 pF. En muchas ocasiones es aconsejable tomar también estas precauciones en los receptores de AM.

Realimentación por el campo magnético creado por los transformadores de F.I.

Este tipo de realimentación tiene lugar cuando el flujo magnético creado por uno de los transformadores de F.I. alcanza al transformador de un paso precedente. Esta cuestión fue tratada en la lección 27 al hablar del amplificador, y entonces indicamos la solución de blindar los transformadores de F.I. encerrándolos en una caja metálica para evitar la dispersión de las líneas de fuerza.

Realimentación a través de las capacidades parásitas de las válvulas

También se trató de esta cuestión en la lección 27: la señal de placa de una válvula vuelve a quedar aplicada a su propia rejilla de mando a través de la capacidad parásita C_{g1p} existente entre los dos electrodos, dando lugar a la consiguiente inestabilidad de funcionamiento.

En la mencionada lección se dijo que un excelente remedio era utilizar pentodos en lugar de triodos en los pasos amplificadores, por la sencilla razón de que la capacidad C_{g1p} de aquéllos es extraordinariamente pequeña y presenta una reactancia muy grande a la frecuencia de 470 Kc/s. Desgraciadamente, a la frecuencia de 10'7 Mc/s esa reactancia es mucho menor y la simple sustitución de un triodo por un pentodo no asegura la estabilidad de funcionamiento; el grado de realimentación puede ser importante. Para evitarlo es preciso acudir a ciertas modificaciones en el montaje, cuya finalidad es *neutralizar* el efecto de la capacidad parásita C_{g1p}.

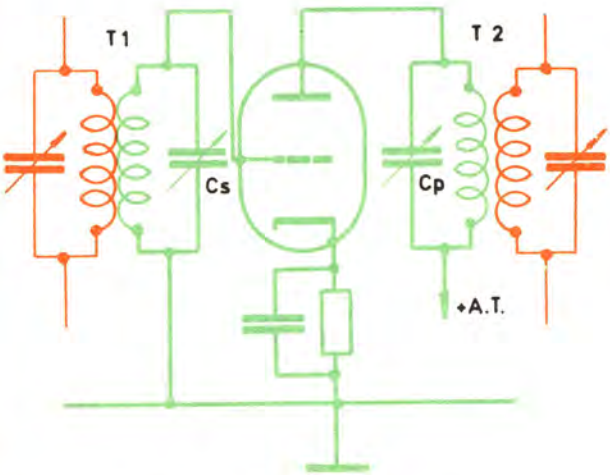
NEUTRALIZACION DE LOS PASOS AMPLIFICADORES

En tiempos anteriores a la aparición de los tetrodos y pentodos, cuando era forzoso emplear triodos en los amplificadores de alta frecuencia, siempre era necesario *neutralizar* el montaje; es decir, eliminar la realimentación introducida por la capacidad parásita rejilla-placa, dado que el valor relativamente grande que esa capacidad tiene en los triodos hacía inestables los amplificadores incluso trabajando a frecuencias relativamente bajas, del orden de 500 Kc/s o menos.

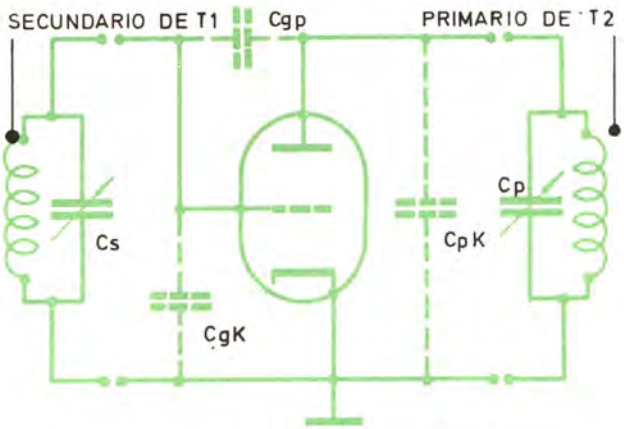
Para comprender con mayor facilidad cómo se realiza la neutralización de los pentodos empezaremos estudiando el procedimiento para neutralizar un triodo. Advirtamos que esta cuestión presenta un interés que no es puramente histórico, pues, como pronto veremos, los triodos siguen utilizándose *en algunas partes* del circuito de alta frecuencia de los receptores de FM y de TV, incluso con ventaja sobre los pentodos, aunque parezca lo contrario.

Neutralización en los pasos equipados con triodo

En el supuesto de que hubiésemos empleado triodos en lugar de pentodos en el amplificador de F.I., el montaje de cada uno de los pasos sería el que queda indicado en la figura. Para entender mejor las condiciones en que trabaja el triodo (por la que a las señales alternas se refiere) podemos trazar el esquema reducido, teniendo en cuenta que para estas señales el grupo RC de polari-



Paso amplificador de F.I. con triodo.



Esquema reducido para corrientes de alta frecuencia del amplificador con triodo.

zación representa un cortocircuito, y que asimismo lo es la fuente de alimentación si por el momento hacemos caso omiso de la autoinducción residual de los electrolíticos del filtrado.

El esquema reducido aparece al lado del anterior. En él, además, hemos indicado de forma explícita la existencia de las capacidades parásitas de la válvula, a fin de que podamos determinar en qué forma influye cada una en el funcionamiento del paso amplificador.

Se advierte en la figura que la capacidad de C_{gk} entre cátodo y rejilla queda en paralelo con el condensador ajustable con que se fija la frecuencia de resonancia del secundario del transformador T. Es evidente que esto no representa inconveniente alguno, pues podemos suponer que C_{gk} forma parte de C_s. Lo mismo cabe decir de C_{gk}, que queda en paralelo con C_p. Así, pues, en principio ni C_{pk} ni C_{gk} producen efecto perjudicial alguno en el funcionamiento del amplificador.

Por lo contrario, puede advertirse con claridad que, a través de la capacidad de C_{gp}, la señal que aparece en el primario de T_2 vuelve a ser aplicada al circuito de entrada de la válvula.

Es muy importante que se llegue a comprender claramente que la realimentación y la consiguiente inestabilidad (e incluso oscilaciones del montaje) tienen lugar porque la señal que aparece en el primario de T_2, y que podemos considerar como señal de salida del paso amplificador, queda aplicada de nuevo a la entrada; es decir, entre rejilla y cátodo, a través de C_{gp}.

Vea ya el esquema de un montaje con el cual se consigue eliminar la realimentación a través de C_{gp}.

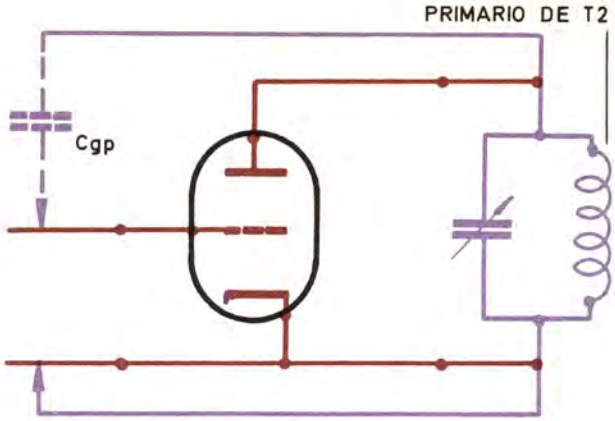
Este esquema difiere del anterior en esto: se ha añadido una resistencia y un condensador (R_d-C_d) para el desacoplo de la línea de alta tensión y un condensador C_n, llamado de *neutralización*.

Para trazar el esquema reducido, o sea, el equivalente para señales alternas, tendremos en cuenta que la resistencia R_d tiene para estas señales un valor mucho mayor que la reactancia del condensador C_d, de manera que con relación a la primera (R_d) podemos considerar un circuito abierto. El esquema reducido muestra claramente que:

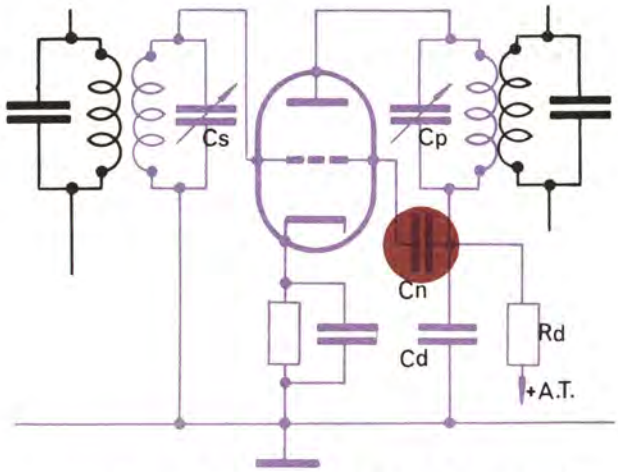
1. La capacidad C_{gk} sigue estando en paralelo con el secundario del transformador T_1 y puede, por tanto, considerarse como formando parte del condensador ajustable C_s.

2. La capacidad C_{pk}, en cambio, no puede considerarse formando parte de C_p, dado que entre ambas capacidades queda intercalado C_d.

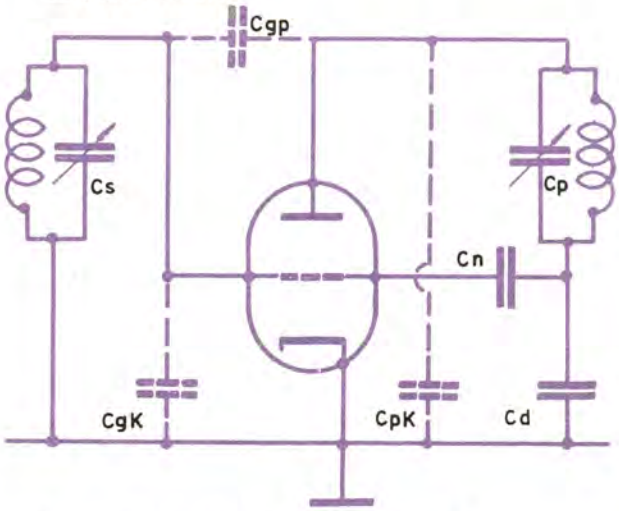
3. Puede tenerse una primera idea de cómo se



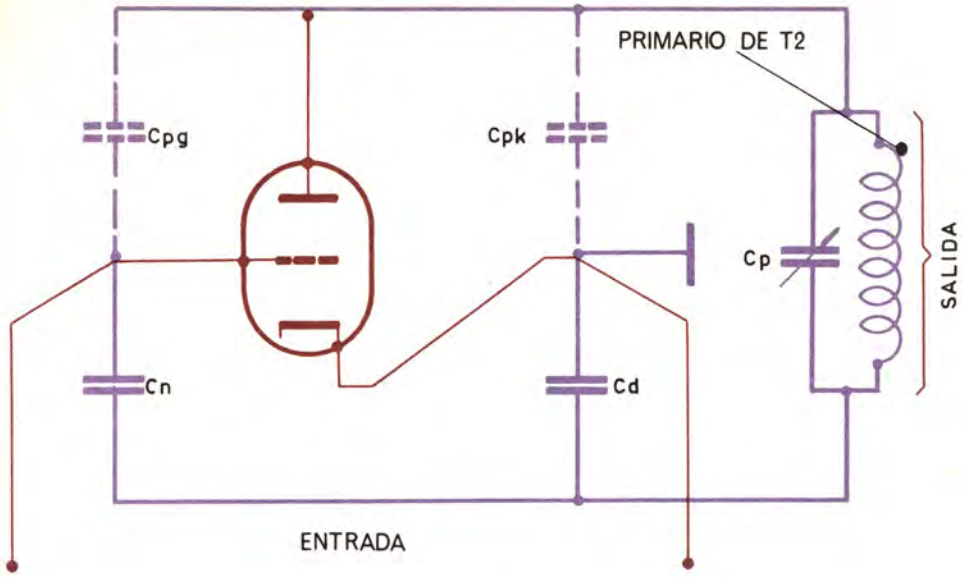
La realimentación tiene lugar porque la señal de salida —es decir, la que aparece en el primario de T_2— vuelve a quedar aplicada a través de C_{gp} a la entrada del triodo.



Esquema de un paso amplificador de F.I. con triodo que no presenta realimentación. Dentro del círculo rojo, el condensador C_n, que juega en este montaje un papel decisivo.



Esquema reducido del montaje anterior.



Observe cómo la tensión del primario de T_2 queda aplicada a dos divisores de tensión, uno formado por C_{gp} y C_n y otro por C_{pk} y C_d, y que la rejilla y el cátodo de la válvula están conectados respectivamente a los puntos medios de esos divisores.

consigue la neutralización observando que la capacidad parásita C_{gp} y el condensador de neutralización C_n introducen en la rejilla señales en oposición de fase, ya que cada una proviene de distinto extremo del primario T_2.

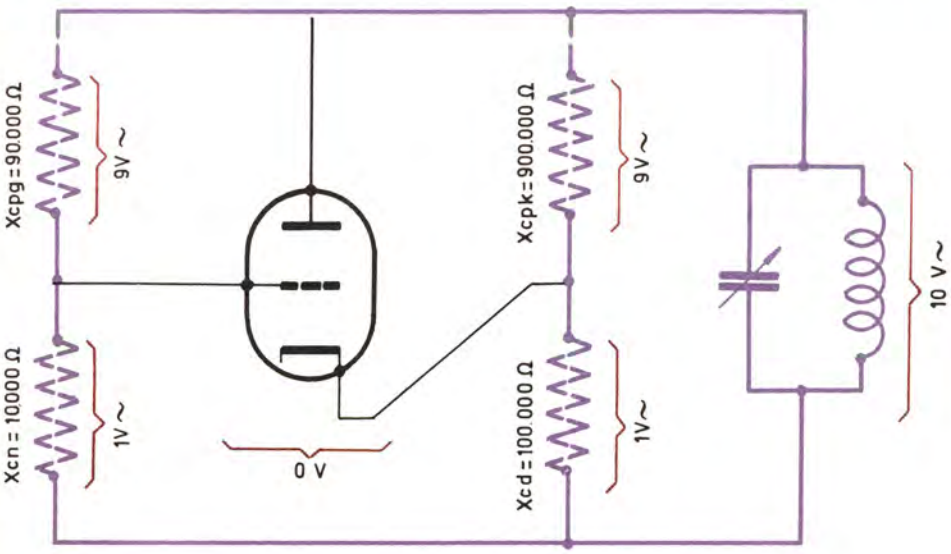
Estas señales, en consecuencia, tienden a anularse mutuamente. De todas formas, conviene analizar la cuestión con un poco más de detalle y rigor.

Observe para ello la figura inmediata, donde hemos dispuesto de distinta forma los elementos que intervienen en el esquema reducido. Así, pueda apreciarse que la tensión de salida queda aplicada a dos divisores de tensión, uno de ellos formado por la capacidad parásita C_{gp} y el condensador C_n y el otro constituido por la capacidad C_{pk} y el condensador C_d.

Los terminales de entrada a la válvula, es decir, los conductores de rejilla y cátodo, están directamente unidos a los puntos medios de estos divisores de tensión. Lo bueno de la cuestión está en lo siguiente: *es posible elegir el valor del condensador C_n o C_d de manera que la d.d.p. entre esos puntos medios sea nula por muy amplia que sea la señal en el primario de T_2.*

Por ejemplo: supongamos que la reactancia de C_{gp} es $X_{cgp} = 90.000\ \Omega$ a la frecuencia 10'7 Mc/s y que la de C_{pk} es $X_{cpk} = 900.000\ \Omega$ a la misma frecuencia. Si el condensador C_d se ha elegido de manera que su reactancia sea de 100.000 Ω bastará elegir C_n de forma que $X_{cn} = 10.000\ \Omega$ para conseguir la neutralización. En la figura está indicado el porqué.

Se puede demostrar que para obtener la neu-



He aquí cómo puede conseguirse la neutralización del paso amplificador. Debe determinarse la reactancia de C_n de forma que la caída de tensión en él sea igual a la que tiene lugar en C_d. Esta circunstancia tiene lugar siempre que se cumpla la relación:

$$X_{cn} \cdot X_{cpn} = X_{cd} \cdot X_{cpg}$$

o la que es equivalente:

$$C_n \cdot C_{pk} = C_d \cdot C_{pg}$$

tralización perfecta debe cumplirse esta condición:

$$C_{pk} \times C_n = C_{pg} \times C_d$$

Las capacidades parásitas C_{pk} y C_{pg} son datos que suministra el fabricante de la válvula. El valor del condensador C_d puede determinarse, con la única condición de que su reactancia sea mucho menor que la resistencia R_d.

Conocidas, pues, C_{pk}, C_{pg} y C_d el valor de C_n puede calcularse despejándolo de la ecuación anterior:

$$C_n = \frac{C_{pg} \times C_d}{C_{pk}}$$

Advierta, sin embargo, que en la práctica el cálculo de C_n resulta algo más complejo por razón de que intervienen las capacidades parásitas del cableado, que nosotros no hemos considerado.

Neutralización en los pasos equipados con pentodo

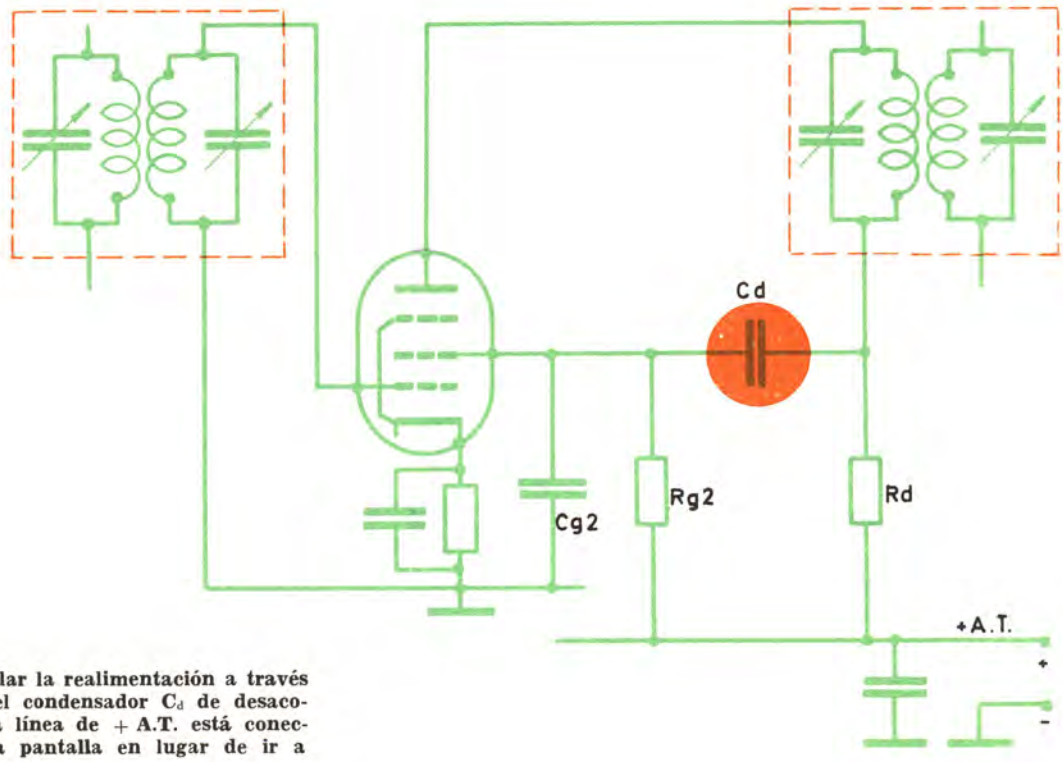
Extraemos la consecuencia de que es posible construir un amplificador de F.I. con válvulas triodo y que, a pesar de ello, resulta estable. Ahora bien: para esa finalidad sigue siendo preferible el uso de pentodos, con los cuales se consigue mayor selectividad y ganancia. Además, por tener menos tendencia a autooscilar, resultan también más fáciles de neutralizar.

El esquema próximo corresponde al montaje de un pentodo como amplificador de F.I., con una ligera variante respecto del que aparece en la página 110. Esa variante es la que asegura la neutralización del efecto de realimentación introducido por C_{pg}.

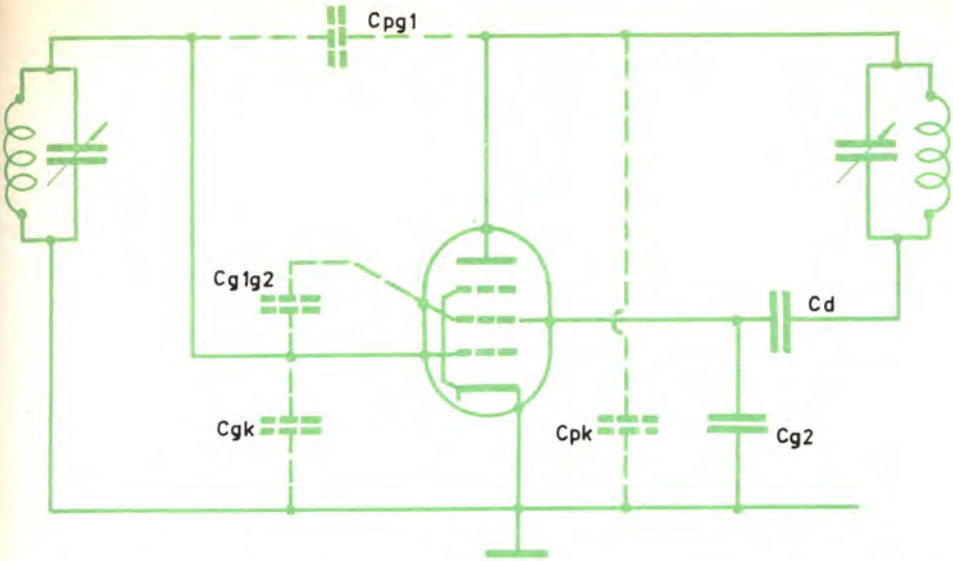
La variante consiste, como puede ver, en que el condensador C_d de desacoplo de la línea de + A.T. no va conectado al chasis, sino a la pantalla del pentodo.

Para comprender el funcionamiento utilizaremos, como antes, el esquema reducido, donde pondremos de manifiesto las capacidades parásitas de la válvula. Tengamos en cuenta que, en comparación con la reactancia ofrecida por los condensadores C_{g2} y C_d, las resistencias R_{g2} y R_d pueden considerarse como circuitos abiertos.

Habrá observado que no sólo hemos puesto de manifiesto las capacidades parásitas C_{pg1} y C_{pk}, sino también la C_{g2g1} que sin duda existe entre la



Para anular la realimentación a través de C_{g1p}, el condensador C_d de desacoplo de la línea de + A.T. está conectado a la pantalla en lugar de ir a masa.



Este es el esquema reducido del paso amplificador con pentodo neutralizado. Se han puesto de manifiesto las capacidades parásitas que influyen en el funcionamiento. Las resistencias R_d y R_{g2} no aparecen, pues comparadas con C_d y C_{g2} pueden considerarse como circuitos abiertos.

rejilla de control y la rejilla pantalla. Esta capacidad juega, en nuestro caso, un papel muy importante.

La importancia de esa capacidad se comprende con facilidad reagrupando los elementos del esquema reducido, tal y como hemos hecho en el caso del triodo. Se aprecia así que la señal del primario de T_2 se aplica a través de C_d a dos divisores de tensión formados por C_{g1p} y C_{g2g1}, por una parte, y C_{pk} y C_{g2}, por otra. También, como en el caso del triodo, la rejilla y el cátodo de la válvula están unidos a los puntos medios de estos divisores de tensión.

En este montaje C_{g2} desempeña el mismo papel que C_d en el caso del triodo; y C_{g2g1} cumple la misma función que el condensador de neutralización C_n.

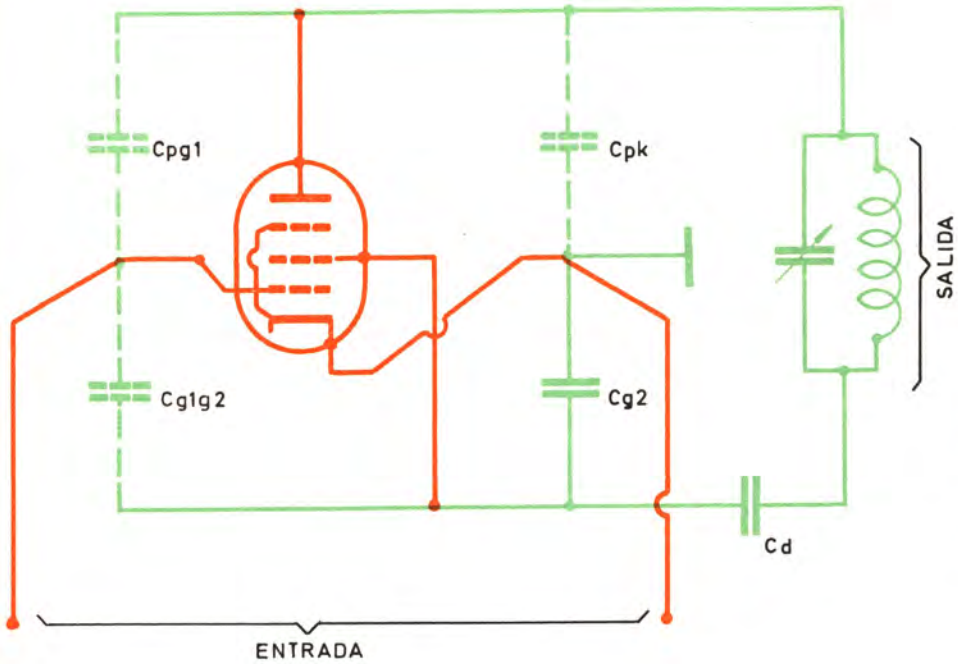
Si se quiere que la neutralización sea perfecta será preciso que:

$$C_{g2g1} \times C_{pk} = C_{pg1} \times C_{g2}$$

En esta relación la única capacidad que podemos elegir a voluntad es C_{g2}, ya que todos los demás dependen de la constitución interna de la válvula.

El valor de C_{g2} será:

$$C_{g2} = \frac{C_{g1g2} \times C_{pk}}{C_{pg1}}$$



Observe que la neutralización en el pentodo se consigue también a base de divisores de tensión capacitivos y que sólo una de las cuatro capacidades (C_{g2}) puede elegirse a voluntad. La capacidad parásita C_{g2g1} hace aquí el papel del condensador de neutralización.

Con relación a esta fórmula debemos hacer la misma advertencia que en el caso del triodo; es decir, que para conseguir un resultado correcto sería preciso tener en cuenta las capacidades parásitas que introduce el cableado.

En la práctica C_{g1g2} y C_{pg} no quedan muy alteradas por el cableado; pero sí, en cambio, C_{pk}.

Así, por ejemplo, según los fabricantes, en el pentodo EF80 esas capacidades tienen los siguientes valores:

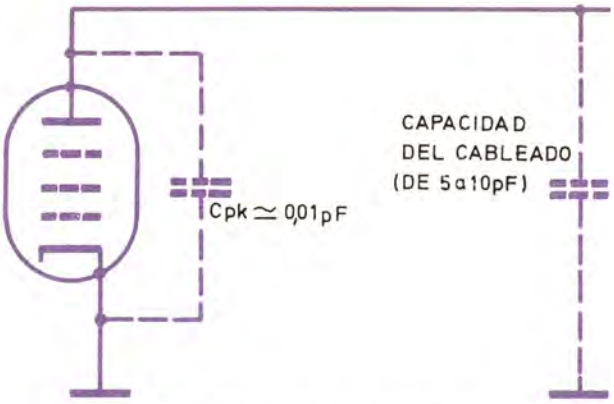
$$C_{g1g2} = 2'6 \text{ pF}$$
$$C_{pg1} = 0'005 \text{ pF}$$
$$C_{pk} = 0'01 \text{ pF}$$

Pues bien; los conductores que van a la placa, a la rejilla pantalla y a la rejilla de control pueden quedar lo bastante separados entre sí como para que ni C_{g1g2} ni C_{pg} queden sensiblemente alteradas. En cambio, por lo que respecta a la capacidad entre placa y cátodo es difícil conseguir que la capacidad parásita del cableado sea menor de 6 a 7 pF. Ello es así por causa de que el conductor unido al cátodo es el propio chasis, que prácticamente envuelve al conductor de placa; por mucho cuidado que se ponga será imposible eliminar la citada capacidad parásita.

En consecuencia, para obtener un resultado correcto en el cálculo de C_{g2} será preciso sumar a la capacidad C_{pk} esos 6 ó 7 pF que introduce el cableado. Como esta última cantidad es mucho mayor que C_{pk}, bastará en general con que tengamos en cuenta únicamente la capacidad del cableado.

La fórmula anterior puede escribirse de manera más correcta:

$$C_{g2} = \frac{C_{g1g2} + \text{capacidad cableado - chasis}}{C_{pg1}}$$



Como capacidad entre placa y cátodo debe considerarse no sólo la propia de la válvula, sino también la que introduce el cableado.

Para un amplificador que utilice la válvula EF80, y suponiendo que la capacidad del cableado fuese de 6 pF, el valor conveniente para C_{g2} sería:

$$C_{g2} = \frac{2'6 \times 6}{0'005} = 2720 \text{ pF}$$

Como este condensador es además el de desacoplo de pantalla, la resistencia R_{g2} debe determinarse de manera que su valor sea bastante más grande que la reactancia de C_{g2} a la frecuencia de 10'7 Mc/s.

Existen, desde luego, otros procedimientos para neutralizar los diversos pasos de un amplificador de F.I.; pero éste es el más sencillo y económico y, por tanto, el más utilizado en la práctica.

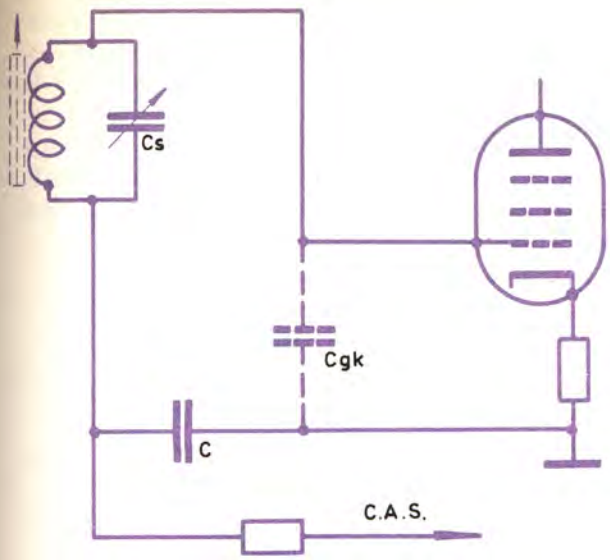
PRECAUCIONES AL UTILIZAR C.A.S.

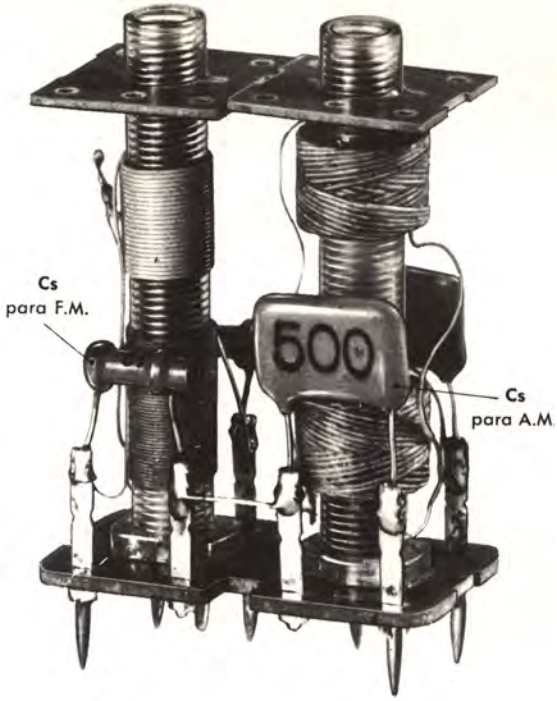
Para tener una idea completa de la constitución de los amplificadores de F.I. empleados en los receptores de FM, sólo nos queda comentar un detalle interesante: se refiere a los amplificadores provistos de C.A.S.

Ya hemos dicho que en FM sólo se utiliza el C.A.S. en el caso de que el receptor esté provisto de un detector de relación. Pues bien; las válvulas electrónicas ofrecen la particularidad de que su capacidad de entrada C_{gk} varía al variar la polarización.

Según hemos visto, esta capacidad C_{gk} queda en paralelo con el secundario del transformador de F.I. del paso precedente. Es obvio, pues, que cualquier variación de su valor será causa de un desajuste de la frecuencia de resonancia de dicho secundario.

Dado que el C.A.S. funciona variando la polarización de las válvulas, su funcionamiento será causa de desajustes en los diversos pasos, lo que generalmente se traduce en una fuerte distorsión de las señales de B.F.





Para compensar las variaciones que la capacidad C_{gk} ocasiona en el funcionamiento del C.A.S. se elimina el condensador de cátodo. La variación de C_{gk} tiene en AM poca importancia por la razón de que la capacidad C_s del transformador de acoplamiento es grande; en cambio en FM, en que C_s es del orden de 10 pF, las variaciones de C_{gk} deben tenerse en cuenta.

Desde luego que este fenómeno tiene lugar tanto en los receptores de AM como en los de FM; pero en los primeros, dado que los condensadores C_s de sintonía de los transformadores de F.I. tienen una capacidad del orden de los 500 pF, mucho mayor, por tanto, que C_{gk}, las variaciones de esta última no afectan en la práctica a la capacidad total. Por lo contrario, en FM los condensadores C_s suelen tener capacidades del orden de 10 pF; es decir, no muy superior a la capacidad de entrada de las válvulas, con lo cual toda variación de esta última altera notablemente la capacidad total.

En los receptores de FM los desajustes ocasionados por el C.A.S. en los diversos pasos de F.I. se evitan eliminando el condensador de cátodo en las válvulas de esos pasos.

El remedio es eficaz, pero tiene un pequeño inconveniente: reduce la sensibilidad del amplificador, pues introduce realimentación negativa. Más adelante tendremos ocasión de comprender el porqué.

UNA ADVERTENCIA

Sólo nos queda advertir que todas las precauciones que hemos enumerado para conseguir un funcionamiento estable del amplificador de F.I. pueden malograrse por culpa de un montaje poco cuidadoso, en el que los hilos de conexión sean innecesariamente largos o las soldaduras sean defectuosas.

Un factor importantísimo para el buen funcionamiento de un montaje es el cuidado y la limpieza con que se haya alambrado.

EL PASO CONVERSOR Y EL AMPLIFICADOR DE A.F.

Sabemos que *el paso conversor* de los receptores de FM debe ser capaz de convertir cualquier señal recibida en antena (cuya frecuencia puede estar comprendida entre 87'5 Mc/s y 100 Mc/s) en una señal fija de 10'7 Mc/s. Estas frecuencias, como se ve, son mucho más elevadas que las que corresponden a los conversores de los superheterodinos de AM.

A frecuencias tan elevadas y con los anchos de banda usuales en FM se pone de manifiesto una circunstancia que, si bien es común al funcionamiento de los circuitos electrónicos, nos ha pasado inadvertida a las frecuencias bajas con que funcionan los receptores de AM. Esa circunstancia es el RUIDO INTERNO generado por los propios elementos que intervienen en el montaje de los circuitos. No podemos ignorar por más tiempo su existencia, dado que la necesidad de eliminar su efecto perjudicial en el funcionamiento de los receptores de FM es la causa por la que su paso conversor tiene una constitución muy distinta a la del que se emplea en los receptores de AM. El ruido interno también es la causa de que sea necesario el empleo de un paso amplificador de A.F. previo al paso conversor. Estudiemos detenidamente el ruido interno.

EL RUIDO INTERNO

El ruido interno se debe al movimiento caótico de los electrones en el interior de los conductores, de las resistencias o de las propias válvulas que componen los circuitos amplificadores de un receptor.

Según se dijo al hablar del efecto termoiónico, en el interior de los conductores los electrones no están en reposo, sino en continua agitación, moviéndose entre los núcleos y chocando frecuentemente con ellos.

Para que esto ocurra no es preciso aumentar la temperatura del conductor; el fenómeno tiene lugar a temperatura ambiente e incluso a temperaturas muy inferiores a ésta.

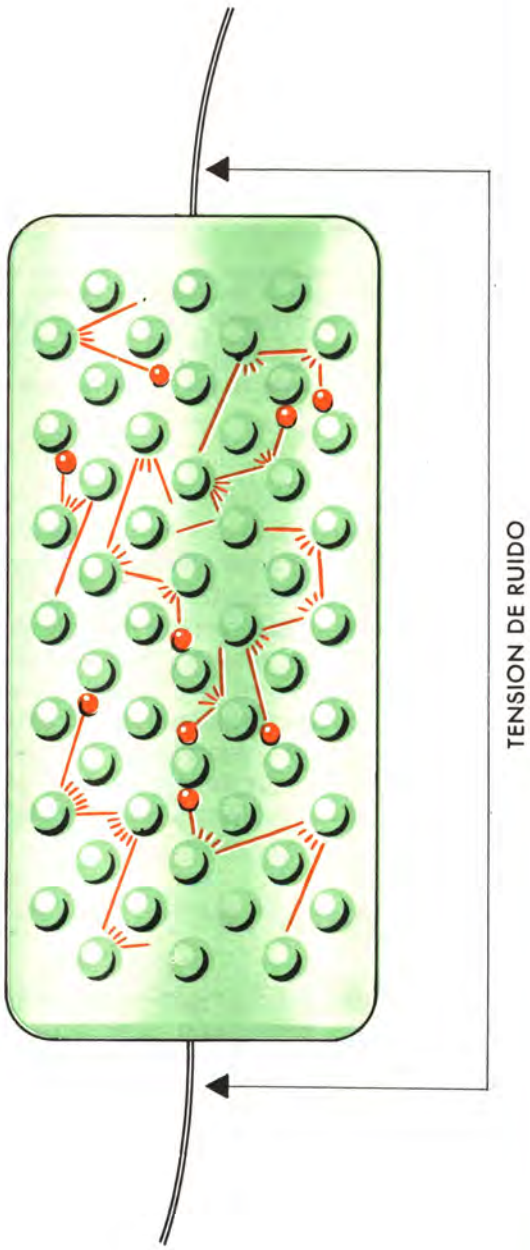
Sabemos que la corriente eléctrica no es más que el efecto del movimiento de los electrones y que la intensidad es tanto menor cuanto menor es el número de electrones en marcha. En particular, *un solo electrón en movimiento es una corriente eléctrica;* debilísima, desde luego, pero corriente al fin.

Así, pues, el movimiento caótico de los electrones en el interior de las resistencias o de los conductores puede considerarse como una gran variedad de corrientes que tienen lugar en su interior y que crean en ellos cierta d.d.p. o tensión, llamada *tensión de ruido,* que es la suma de las que origina cada electrón en movimiento.

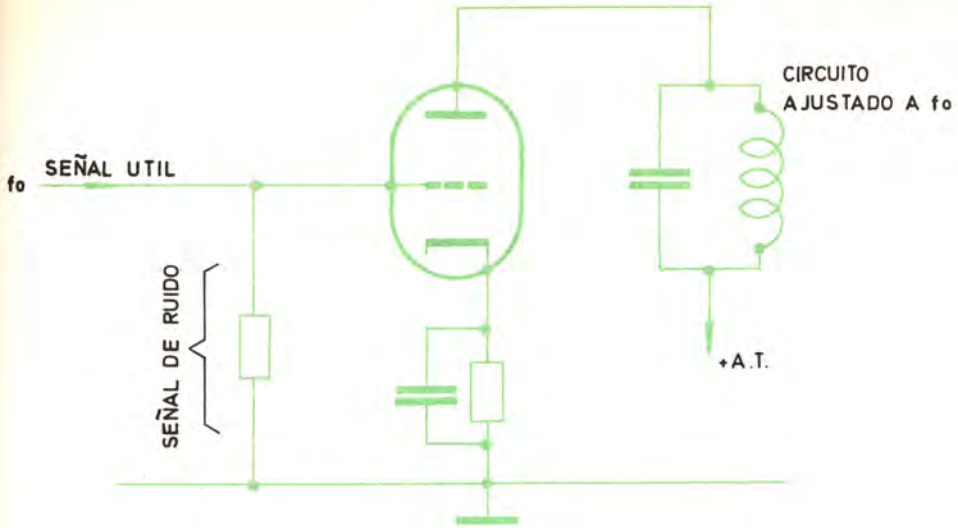
Por supuesto que esta tensión es variable, puesto que las corrientes que la originan cambian continuamente de valor y de dirección. De hecho, las variaciones de esa tensión están comprendidas en TODA LA GAMA DE FRECUENCIAS.

Pues bien; consideremos un amplificador elemental como el que se indica en la figura. A la entrada encontramos entre rejilla y cátodo una resistencia a la que se aplica la señal que deseamos amplificar; y a la salida un circuito resonante ajustado a la frecuencia de la señal.

Es evidente que entre rejilla y cátodo no sólo queda aplicada la señal que nos interesa ampli-



Debido al movimiento caótico de los electrones en el interior de las resistencias y conductores, en los extremos de esos elementos aparece una d.d.p. variable denominada tensión de ruido.



La señal de ruido que la resistencia de entrada aplica a la válvula es amplificada; a la salida su valor es tanto mayor cuanto mayor sea el ancho de banda.

ficar, sino también la *tensión de ruido* generada por la resistencia. Como consecuencia, en la placa aparece amplificada no sólo la señal útil, sino también la tensión de ruido.

Ahora bien; la tensión de ruido amplificada no es la total generada en la resistencia, sino únicamente la correspondiente a las frecuencias comprendidas dentro del ancho de banda del amplificador, de manera que cuanto más selectivo sea menos importancia tendrá la señal de ruido amplificada. De ahí que la cuestión que tratamos tenga más importancia en FM (ancho de banda = = 230 Kc/s) que en AM (ancho de banda=9 Kc/s). Todavía tiene más importancia, como veremos, en TV, donde el ancho de banda de los receptores es de 4 Mc/s o más.

Aparte del ruido generado por las resistencias y los conductores, debe considerarse el que engendran las propias válvulas, al que contribuyen causas diversas entre las que podemos enumerar las siguientes:

1. Variaciones irregulares en la emisión de los cátodos

El número de electrones emitido por el cátodo no es el mismo en cada instante, sino que fluctúa manteniéndose constante sólo en promedio. Esas variaciones irregulares de la emisión se manifiestan en variaciones, también irregulares, de la corriente de placa que originan señales de ruido a la salida.

2. Ruido inducido en la rejilla

La agitación electrónica en la carga de espacio que rodea al cátodo induce en la rejilla señales de ruido que aparecen amplificadas en la placa. Este ruido empieza a resultar importante por encima de los 15 Mc/s.

3. Ruido de partición

Tiene lugar en las válvulas que poseen más de un electrodo positivo respecto al cátodo; es decir: en los tetrodos, pentodos, hexodos, etc.

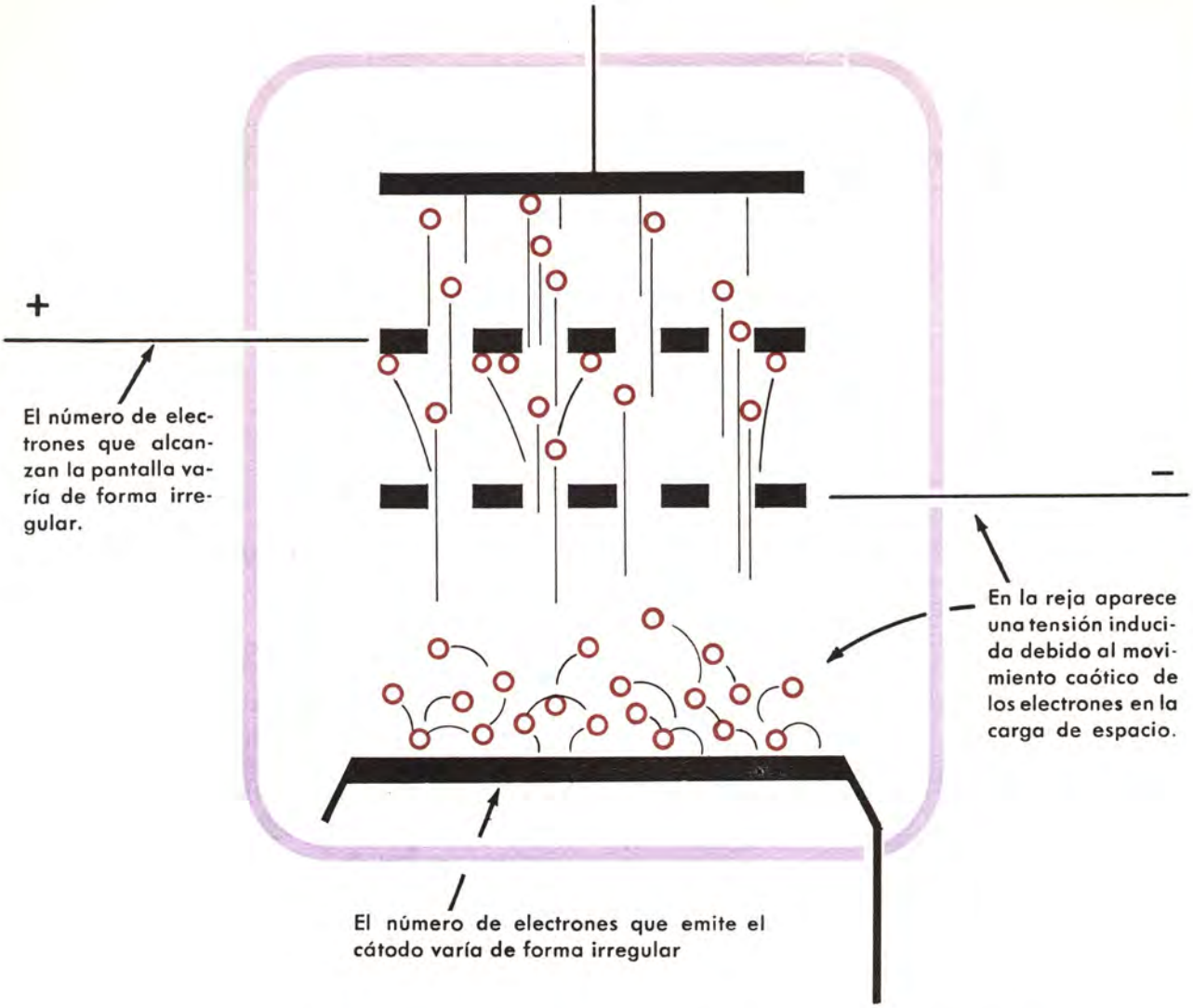
Se debe a que en esas válvulas la corriente procedente del cátodo se reparte entre los diversos electrodos positivos (la placa y las diversas rejillas positivas). Aun teniendo en cuenta que el número de electrones que, en un pentodo, por ejemplo, alcanza la pantalla un instante determinado, es una cuestión de azar, este número, aunque se mantenga constante en promedio, varía de unos instantes a otros, lo que en definitiva significa que la corriente de placa experimenta débiles fluctuaciones que se traducen en tensiones de ruido en la impedancia de carga.

Por causa de lo dicho los pentodos son, por término medio, ocho veces más ruidosos que los triodos.

El ruido interno, al ser amplificado junto con la señal, produce en el altavoz una especie de soplido o, como suelen decir los técnicos, un *ruido de fritura*, ya que es similar al que se produce al freir algo.

El que ese ruido resulte o no molesto depende de su amplitud con respecto a la señal útil, pues si esta última es mucho más amplia no se llega a percibir el soplido.

Evidentemente, el paso en el que pueden presentarse mayores dificultades es el primero; es



He aquí indicadas las causas principales del ruido generado por las válvulas.

decir, el que recibe la señal directamente de la antena, puesto que ese paso es el que maneja las señales más débiles. Por ejemplo, si a la salida de este paso la señal y el ruido tuviesen la misma amplitud, todos los demás pasos amplificarían por igual estas dos magnitudes, y por tanto en el altavoz se percibirían con igual potencia, cosa intolerable.

Los pasos conversores resultan especialmente ruidosos, y por tanto no es aconsejable utilizarlos como primer paso en los receptores de FM o en cualquier receptor de banda ancha. De ahí la necesidad de hacer uso de un paso previo: el amplificador de A.F., en el que se puede conseguir mejor relación entre el nivel de la señal útil y el nivel del ruido.

Por otra parte, debido al ruido de partición que introducen los pentodos, es aconsejable el empleo de triodos en estos pasos.

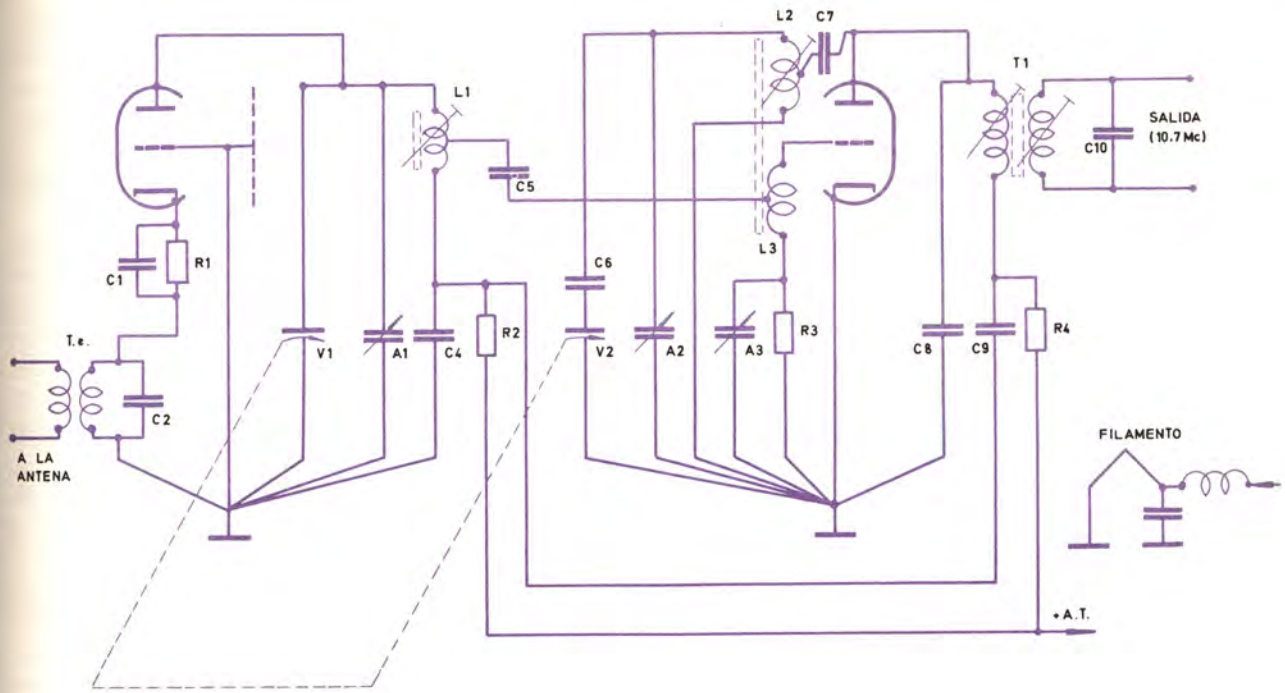
Desde luego que el uso de triodos en alta frecuencia ofrece una serie de problemas, sobre todo en el paso conversor, que ya hemos comentado y que, como vamos a ver, se pueden solucionar.

Es frecuente que los fabricantes de productos electrónicos suministren ya montados el conversor y el paso de A.F. formando un pequeño conjunto llamado *sintonizador*.

En el comercio existen muchos tipos; pero entre ellos sólo apreciaremos pequeñas variantes, tan sutiles que justifican que nos limitemos a estudiar un modelo típico para poner de manifiesto las particularidades *genéricas* del montaje.

DESCRIPCION DE UN SINTONIZADOR TIPICO PARA FM

El esquema de este sintonizador es el que aparece en la figura inmediata. Utiliza un triodo doble, una de cuyas mitades se emplea como amplificador de A.F. La otra mitad del doble triodo actúa al mismo tiempo con doble cometido: como oscilador y como mezclador.



El amplificador de A.F.

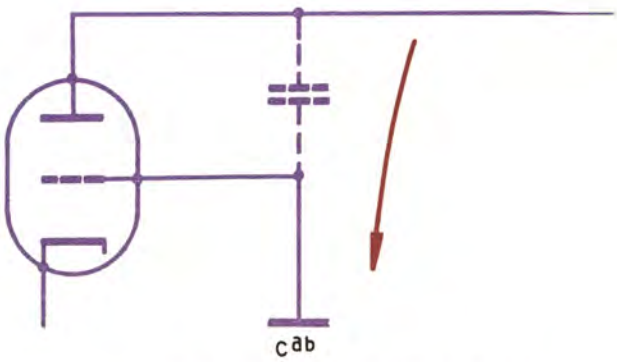
La primera mitad, que es la que trabaja como amplificador de A.F., está montada como *amplificador con rejilla común.*

Se dijo de este montaje que es muy adecuado para trabajar con frecuencias muy altas por no presentar el riesgo de realimentación a través de la capacidad C_{gp}, ya que toda señal que llegue a la rejilla a través de esa capacidad se deriva al chasis sin otras consecuencias.

En el circuito de placa de este triodo se ha incluido un circuito resonante formado por la autoinducción L y los condensadores V_1 y A_1.

El condensador A_1 es un *trimmer;* V_1 es un condensador variable.

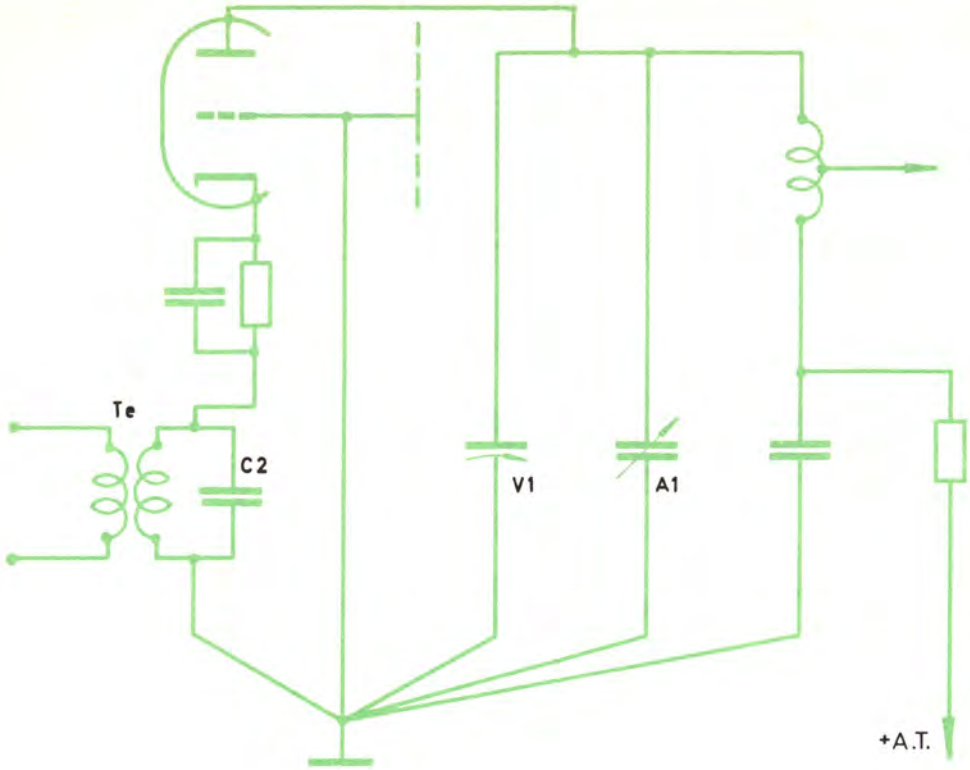
Por medio del condensador V_1 puede sintonizarse cualquier señal de frecuencia comprendida entre 87'5 y 100 Mc/s. Adviértase que el transformador de entrada T_e tiene sintonizado el secundario mediante un condensador C_2, que es fijo y no variable como en principio parece que debiera ser.



En un amplificador con rejilla común la señal que se transmite a través de C_{gp} queda derivada a masa.

La razón es que este circuito resonante trabaja en condiciones tales que su ancho de banda es tan grande que incluye cualquier señal comprendida entre 87'5 y 100 Mc/s.

La resistencia R_2 y el condensador C_4 son los de desacoplo de la línea de + A.T.

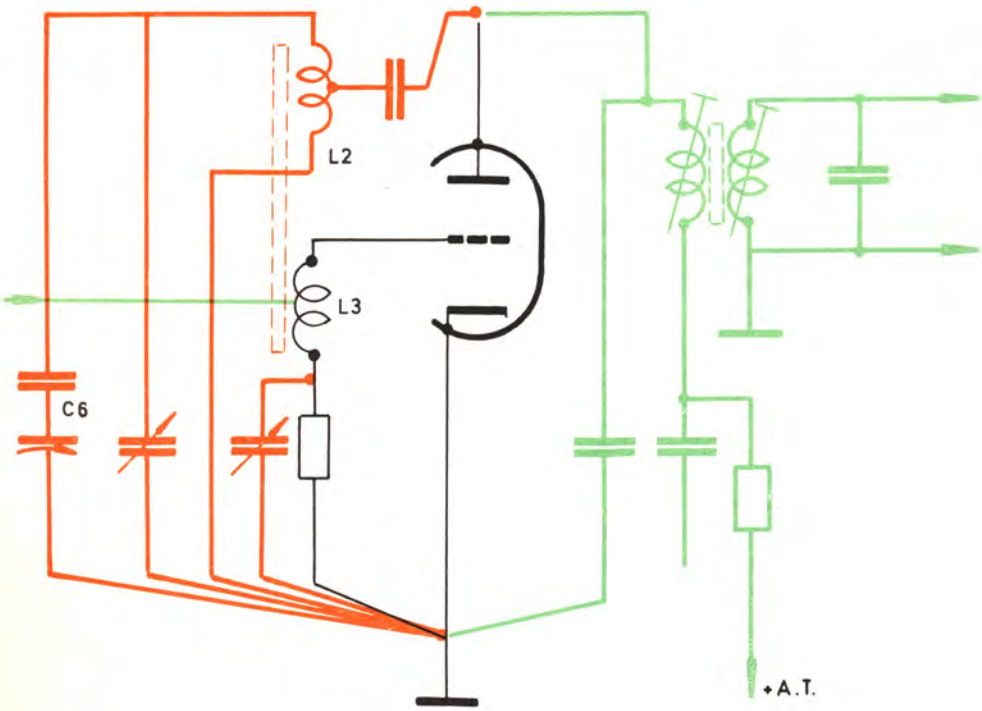


El amplificador de A.F. es un montaje con rejilla común.

El oscilador-mezclador

La segunda mitad del triodo cumple con la doble función de oscilador y mezclador.

La oscilación se consigue mediante los bobinados L_2 y L_3, el primero de los cuales está sintonizado mediante los condensadores C_6, V_2 y A_2. El condensador A_2 es un *trimmer;* V_2 es un condensador variable montado en tándem con V_1, y C es condensador fijo en funciones de *padder*.



El paso conversor (la parte dibujada en rojo corresponde al circuito oscilador.)

La resistencia R_3 y el condensador ajustable A_3 son los normales de rejilla en los osciladores; si bien aquí en lugar de estar conectados entre la rejilla y un terminal de L_3 lo están entre el chasis y L_3.

En seguida comentaremos la razón de que A_3 sea un condensador ajustable en lugar de fijo.

Mediante la sección V_2 del tándem se puede variar la frecuencia de oscilación entre 97'2 y 110'7 Mc/s, y se mantiene siempre a 10'7 Mc/s por encima de señal sintonizada en el amplificador de A.F. por la otra sección.

El *arrastre* se consigue, como en los superheterodinos de AM, ajustando los valores de L_2 y A_2.

Observe a este propósito que en el esquema aparecen dibujados los bobinados L_1, L_2 y los correspondientes al transformador T con un símbolo que indica que la autoinducción puede ajustarse por el método de variación de permeabilidad; es decir, mediante núcleos de ferrita. Este símbolo es distinto al que hasta ahora veníamos empleando; pero es también muy utilizado.

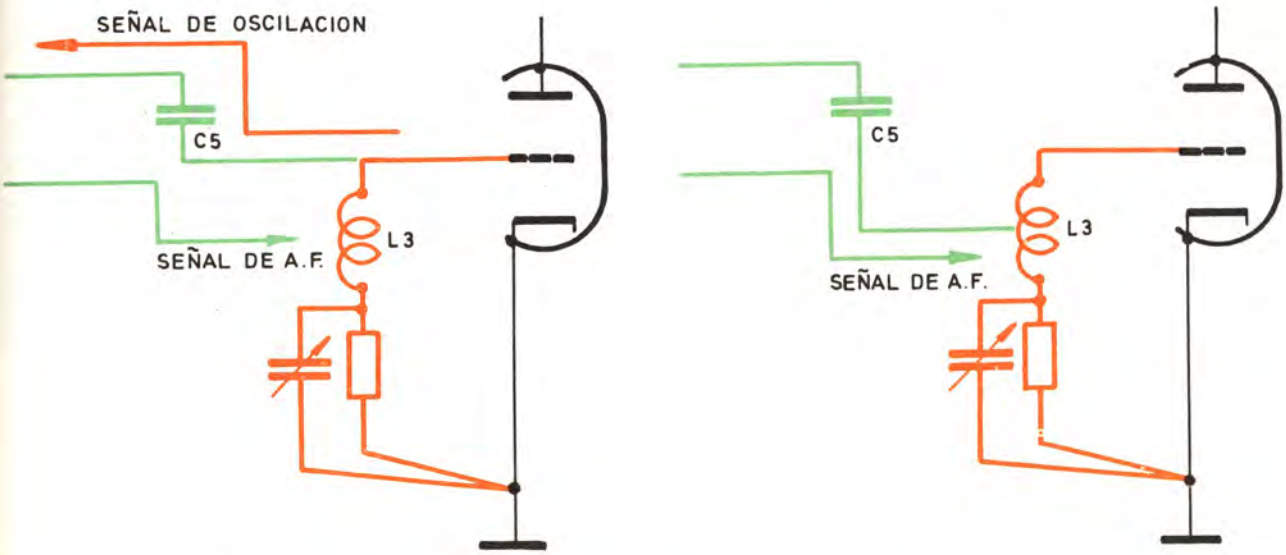
La mezcla se realiza, simplemente, inyectando la señal de salida del amplificador de A.F. en el circuito de rejilla de la segunda mitad del triodo; es decir, de la mitad que actúa como osciladora. En la placa aparece así la mezcla de la señal de A.F. y la del oscilador; y el transformador T_1, cuyo primario y secundario están sintonizados a 10'7 Kc/s mediante los condensadores C_8 y G_0 respectivamente, selecciona la señal de batido. Como puede comprenderse, T_1 es el primer transformador de F.I.

Con este símbolo se indica que la autoinducción del bobinado es ajustable por variación de permeabilidad.

ALGUNOS DETALLES DE INTERES

Hasta aquí queda explicado, en líneas generales, el funcionamiento del circuito. Conviene, empero, comentar algunos detalles interesantes.

En primer lugar, le habrá llamado la atención el hecho de que el condensador C_5 que transmite la señal desde el amplificador de A.F. al conversor no esté conectado entre placa y rejilla, como parece que sería lógico, sino entre un punto intermedio de L_1 y un punto intermedio de L_3. Asimismo, el condensador C_7 que une la placa del segun-



Al aplicar la señal de A.F. a la toma media de L_3 y no directamente a la rejilla, se evita que a través de C_5 la señal del oscilador llegue al paso de A.F. y a la antena.

do triodo con L_2 no ataca a este bobinado por su extremo superior, sino que también lo hace por un punto intermedio.

Con esta disposición se tiende principalmente a evitar que las señales del oscilador puedan alcanzar la antena a través del paso de A.F., con lo que producirían interferencias en otros receptores.

Así, por ejemplo, si el condensador C_5 quedase unido directamente a la rejilla del segundo triodo, la señal del oscilador podría alcanzar a través de él al paso de A.F. y radiar a través de la antena.

Ya dijimos que éste es un defecto de los triodos cuando se utilizan como mezcladores, a causa de tener que utilizar su única rejilla para inyectar las dos señales. Pues bien, la toma media en L_3 elimina ese riesgo.

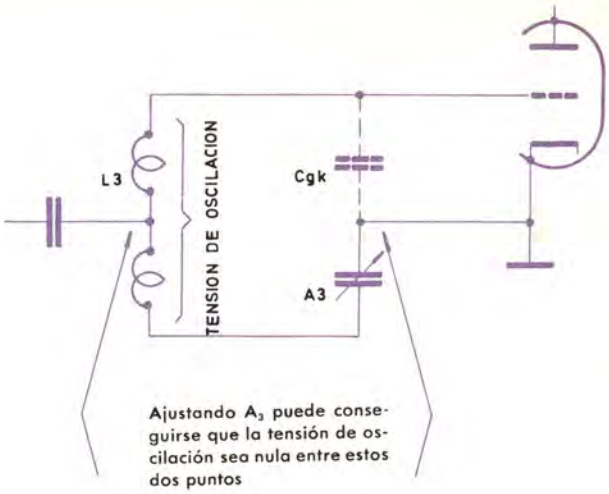
En efecto: si tenemos en cuenta la resistencia de la capacidad parásita C_{gk} del segundo triodo, observaremos que la tensión inducida en L_3 se reparte entre C_{gk} y A_3, de manera que ajustando convenientemente A_3 se puede conseguir que entre el punto medio L_3 y el punto de unión de esas capacidades sea nula la d.d.p. debida a la señal del oscilador. Como puede ver, es un sistema análogo al que se emplea para neutralizar los triodos o pentodos, pues también aquí se puede considerar que la señal de oscilación que aparece inducida en los extremos de L_3 queda aplicada a dos divisores de tensión, uno constituido por las dos mitades de L_3 y el otro por las dos capacidades. A los puntos medios de estos divisores se aplica la señal de A.F.; y como entre estos puntos la tensión de oscilación puede hacerse nula ajustando A_3, es evidente que se habrá eliminado el peligro de que la señal del oscilador se transmita a través de C_3 al paso de A.F.

Razones parecidas aconsejan utilizar tomas medias en L_1 y L_2. También, y por el mismo motivo, se separan las dos mitades del doble triodo mediante una placa metálica interpuesta entre ellas. Esa placa metálica, desde luego situada en el interior de la válvula, está conectada a la rejilla del primer triodo, o sea la que se une a masa.

Otra precaución que conviene tomar es la de efectuar en un mismo punto la conexión a masa de los elementos que componen cada paso. Obsérvese que esa circunstancia se ha indicado en el esquema teórico.

En un ángulo del esquema hemos indicado cómo también los filamentos se alimentan a través de una bobina y un condensador de desacoplo, tal y como se hace con las válvulas del amplificador de F.I.

Otro inconveniente que presentan los triodos es que reducen la selectividad propia de los circuitos resonantes conectados a los que se acoplan. La cuestión, sin embargo, no es grave en el caso del sintonizador, puesto que en FM la selectividad requerida es menor y la que se consigue en el amplificador de F.I. es suficiente.



En fin; vea para terminar la fotografía de un sintonizador de FM comercial y el esquema de conjunto de un receptor de FM que podemos considerar típico.

He aquí un típico sintonizador para FM. Observe que el tándem es de menor capacidad que los utilizados en AM.

Receptores mixtos

El mando de sintonía

Dos modelos de receptores mixtos

Receptores mixtos - Diferentes tipos
El mando de sintonía en los receptores mixtos
Dos modelos de receptores mixtos

RECEPTORES MIXTOS

Dado el elevado número de emisoras que transmiten en modulación de frecuencia, es evidente el interés que presenta poseer un receptor como el que hemos descrito en la lección anterior. Ahora bien: si no queremos renunciar a la escucha de emisoras de AM habremos de optar por disponer de dos receptores — uno para cada tipo de modulación — o por montar uno de los llamados receptores mixtos, que mediante la acción de un conmutador queda dispuesto para la recepción de señales de uno u otro tipo.

Esta segunda solución es la más aconsejable, pues resulta más barata, ya que no sólo el mueble sino muchos componentes electrónicos se emplean indistintamente tanto si el receptor funciona en AM como si funciona en FM.

RECEPTORES MIXTOS CON AMPLIFICADOR DE B.F. COMUN

Según hemos visto, la parte de B.F. de los receptores de AM y FM no difiere esencialmente en nada. Por consiguiente, la forma más sencilla de constituir un receptor mixto es utilizar un único amplificador de B.F. y dos conjuntos de alta frecuencia totalmente independientes: uno para AM y otro para FM.

Mediante un conmutador se pone en contacto

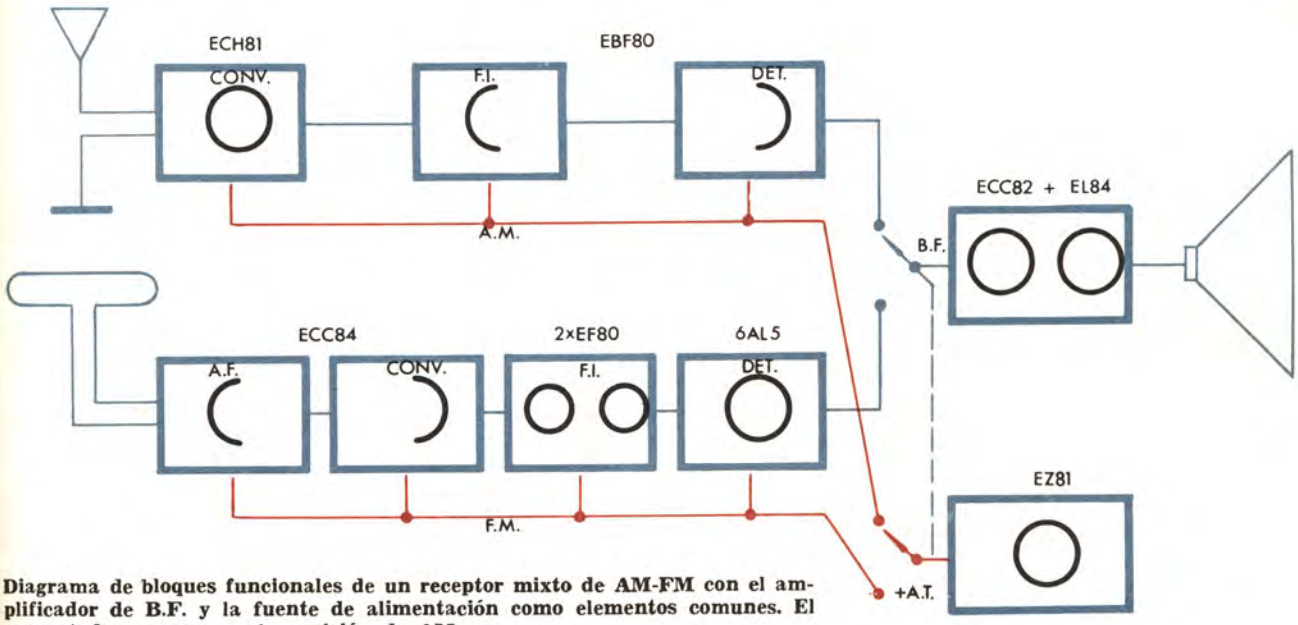


Diagrama de bloques funcionales de un receptor mixto de AM-FM con el amplificador de B.F. y la fuente de alimentación como elementos comunes. El conmutador aparece en la posición de AM.

la entrada del amplificador de B.F. con la salida del detector de AM o la del de FM; al mismo tiempo queda aplicada la alta tensión al conjunto de radiofrecuencia que haya de funcionar, dejando inactivo el otro a fin de evitar un gasto inútil. Por supuesto que en este tipo de receptor no sólo la sección de B.F. es común, sino también la fuente de alimentación y todo el sistema de rectificación.

Desde el punto de vista eléctrico esta solución es óptima, pues las partes en que realmente difieren los receptores de AM y de FM trabajan con absoluta independencia y cada una de ellas puede estar construida de acuerdo con la técnica más conveniente.

RECEPTORES CON LAS SECCIONES DE B.F. Y F.I. COMUNES

Para conseguir mayor economía de material se han diseñado receptores en que no sólo es común el amplificador de B.F., sino también algunos o todos los pasos anteriores al detector. Se comprende que gran parte del material que compone los diversos pasos (tal como válvulas, zócalos y algunas resistencias y condensadores) puede emplearse tanto en AM como en FM; pero en cambio, es obvio (dada la gran diferencia de frecuencias) que deberán ser distintos las bobinas y condensadores que componen los diversos circuitos resonantes, tanto del oscilador local como de los pasos amplificadores o del conversor. Ello obliga a que el conmutador que permite el paso de AM a FM, y viceversa, sea mucho más complicado en estos receptores que en los que utilizan en común únicamente el amplificador de B.F. En este caso se hace preciso conmutar no sólo la alta tensión y la señal de B.F., sino también los bobinados en cada uno de los pasos anteriores al detector.

Es evidente que, cuantos mas pasos se pretenda utilizar en común, mayor número de conmutaciones es preciso efectuar. Es comprensible que no puede incluirse un conmutador sin alargar mucho o poco las conexiones, lo que aumenta las capacidades parásitas y el riesgo de autooscilación, a la que son tan propensos los amplificadores de A.F. y de F.I.

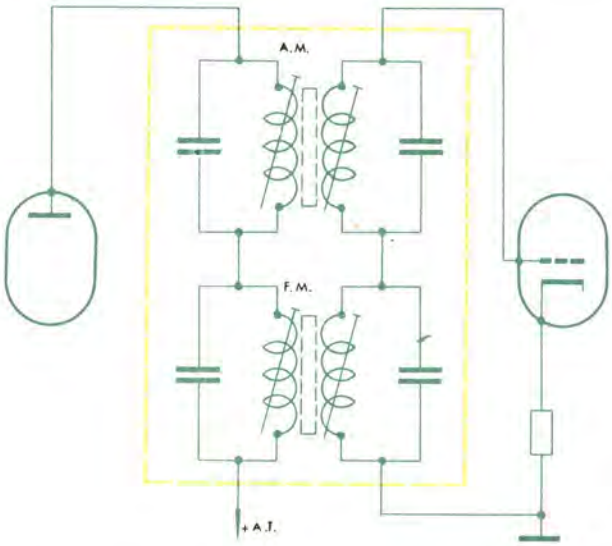
Debe tenerse en cuenta, además, que los conmutadores probablemente son los componentes que más fácilmente se deterioran y que la probabilidad de que fallen es tanto mayor cuanto más grande es el número de contactos que tengan.

Resultado: la ventaja que representa utilizar un gran número de pasos en común se halla contrapesada, en los receptores mixtos, por una disminución de la garantía de funcionamiento correcto.

Por todo ello, y aunque se han construido receptores con todos los pasos comunes, actualmente es casi universal la tendencia a elegir una solución de compromiso que utilice un número razonable de elementos en ambos tipos de modulación y que al mismo tiempo requiera un número de conmutaciones lo más reducido posible.

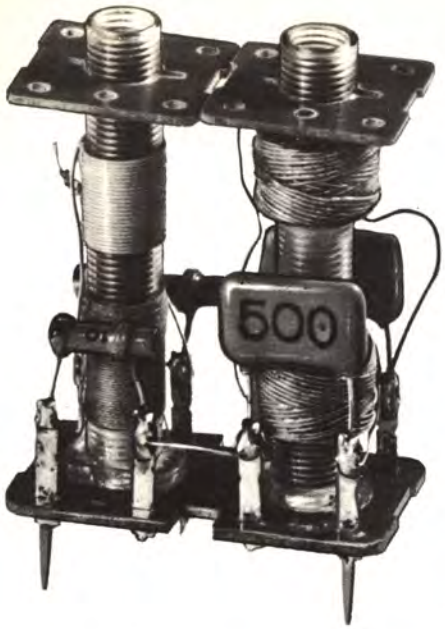
De ahí que, en la mayoría de receptores mixtos actuales, los únicos pasos anteriores al detector que se emplean en común son los del amplificador de F.I.

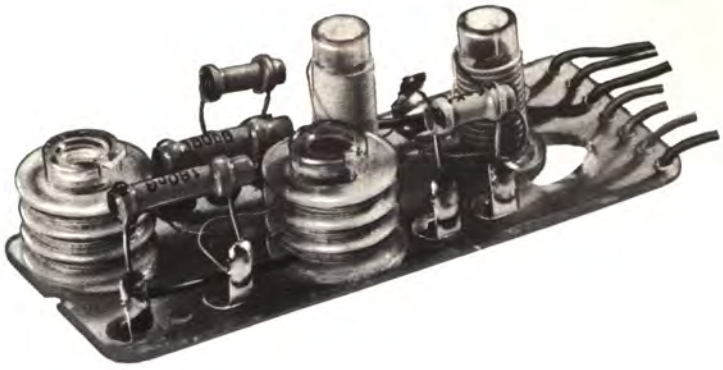
El esquema de principio de un paso típico de F.I. que puede funcionar tanto en AM como en FM es el que aparece en el esquema siguiente.



Como puede ver, la cuestión no puede ser más simple; basta con unir en serie los primarios y los secundarios de los transformadores de F.I. de AM y FM; en principio no se hace necesario efectuar conmutación alguna. Es fácil de comprender la razón de que no sea preciso el uso de un conmutador; cuando el circuito trabaja en FM (1-10'7 Mc/s) el primario y el secundario del transformador de AM se comportan como cortocircuitos; y viceversa: durante el funcionamiento en AM —es decir, a 470 Kc/s o a una frecuencia próxima— es el transformador de FM el que se comporta como un cortocircuito.

Los dos transformadores de F.I. se incluyen





Dos tipos de transformadores mixtos de F.I.

dentro de un mismo blindaje, sus realizaciones comerciales adoptan disposiciones muy variadas, algunas de las cuales pueden observarse en las fotografías.

No hay que olvidar, sin embargo, que en FM se emplean tres transformadores de F.I. y en AM únicamente dos. Por ello en los receptores sólo son en realidad comunes el último y el penúltimo paso.

La disposición más usual es la que indicamos en el diagrama siguiente, donde se aprecian, además, las conmutaciones que se realizan para pasar de uno a otro tipo de recepción.

Vamos a estudiar con detalle esta disposición.

Observe que, en total, se conmutan cinco circuitos, todos ellos mediante un solo mando, según indica la línea de trazos.

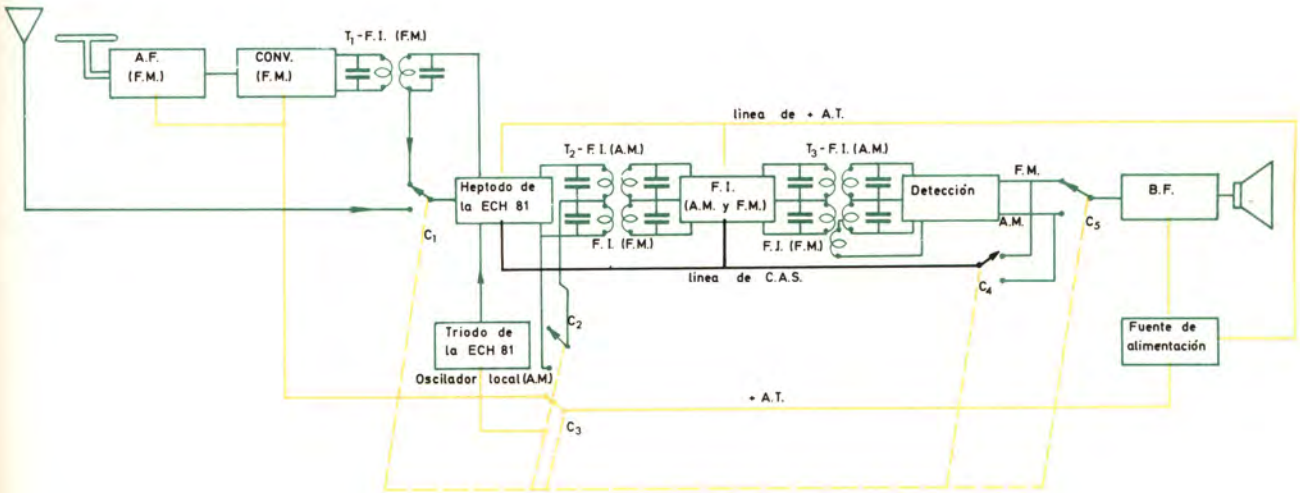
1. Mediante C_5 se aplica al amplificador de B.F. la señal procedente del detector de AM o del de FM.

2. Mediante C_4 la tensión de control del circuito de C.A.S. se toma del detector de AM o del de FM.

Aquí hemos supuesto que también en FM se utilizaba el dispositivo de C.A.S. De no ser así, en la posición FM la línea de C.A.S. queda derivada al chasis o a un potencial negativo constante.

3. El paso conversor de AM está constituido por un triodo-heptodo, la válvula ECH81 por ejemplo, cuya parte triodo actúa como oscilador local y la parte heptodo como mezclador.

Observe al mismo tiempo que el amplificador de A.F. y el paso conversor en FM son totalmente independientes de los circuitos de AM.



Pues bien; el conmutador C_3 aplica la alta tensión al oscilador local de AM (parte triodo de la ECH81) o al amplificador de A.F. y al conversor de FM, de manera que cuando estos dos últimos pasos funcionan, el oscilador local de AM queda totalmente inactivo y viceversa.

4. La función del conmutador C_1 es evidente: en AM la señal procedente de la antena queda aplicada a la rejilla de mando del heptodo mezclador, y en FM se aplica a esa rejilla la señal de salida del paso conversor de FM a través del primer transformador de F.I. Como en esta posición el oscilador local de AM permanece totalmente inactivo, únicamente la rejilla g_1 controla el flujo electrónico a través del heptodo, y por tanto éste no actúa como mezclador, sino simplemente como amplificador para la señal de 10'7 Mc/s.

5. La función del conmutador C_2 está claramente indicada en el esquema: en posición AM cortocircuita el primario del transformador T_2 de FM y en posición FM lo deja libre.

Lo que no es tan evidente es la necesidad de efectuar esa conmutación, ya que cuando el receptor trabaja en AM la frecuencia intermedia es siempre muy inferior a 10'7 Mc/s, y por tanto el primario de T_2 se comporta de por sí como un cortocircuito.

La explicación está en que cuando el receptor trabaja en AM, en la placa de la mezcladora no sólo se encuentra la señal de batido de 470 Kc/s, sino también las señales que producen ese batido; es decir: la señal recibida por antena y la que aplica el oscilador local.

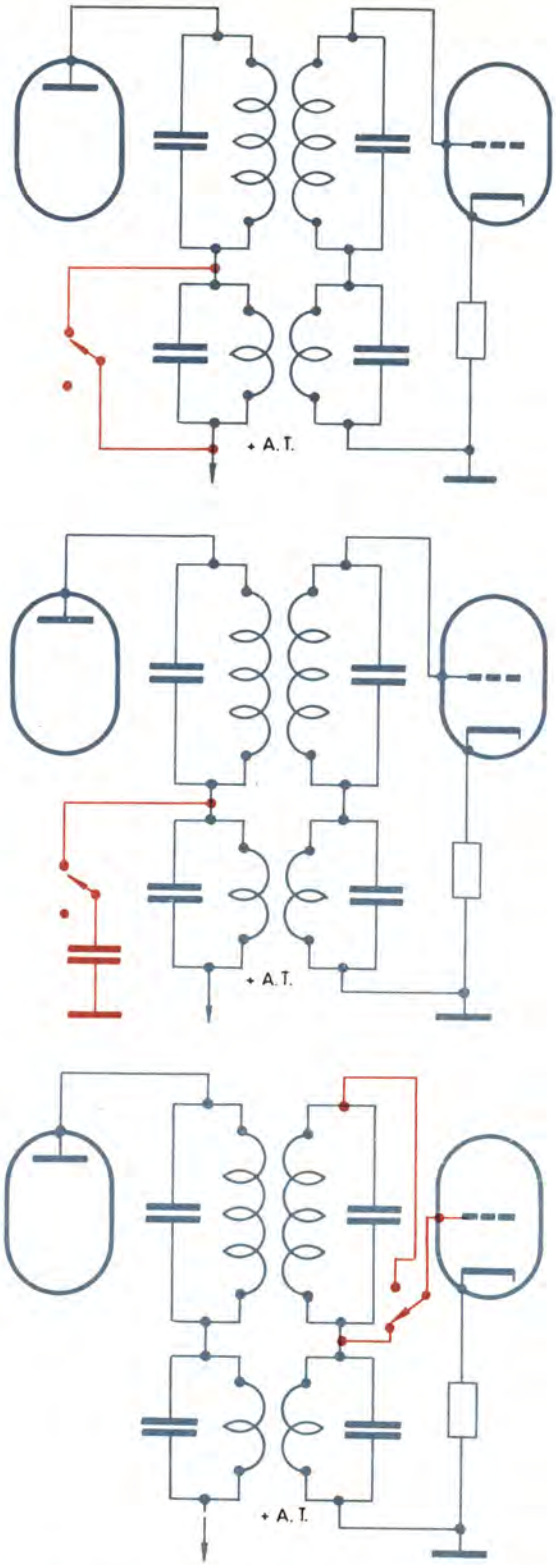
Esta última, sobre todo (lo hemos dicho en otra lección), es de gran amplitud, a fin de que se realice correctamente la detección de la mencionada señal de batido; ello hace necesaria la precaución de cortocircuitar el primario del transformador T_2 de FM.

La necesidad proviene de que en la gama de ondas cortas el oscilador local funciona a la frecuencia de 10'7 Mc/s cuando el receptor sintoniza una señal de 10'23 Mc/s, puesto que:

$$10'23 + 0'470 = 10'7 \text{ Mc/s}$$

Evidentemente, esta señal pondría en resonancia a los transformadores de FM y, dada su gran amplitud, *saturaría* el amplificador de F.I. anulando la recepción de la señal deseada o distorsionándola de modo considerable.

Este fenómeno no solamente se produce cuando el oscilador trabaja a 10'7 Mc/s, sino también cuando trabaja a la frecuencia mitad; es decir, a 5'35 Mc/s. Entonces el segundo armónico de esa frecuencia, también de gran amplitud, es causante de la saturación.



Cuando un receptor mixto trabaja en la gama de ondas cortas de AM existe el peligro de que el amplificador de F.I. se sature por la señal del oscilador local. Aquí están ilustradas diversas soluciones para evitarlo. Vea la explicación en el texto.

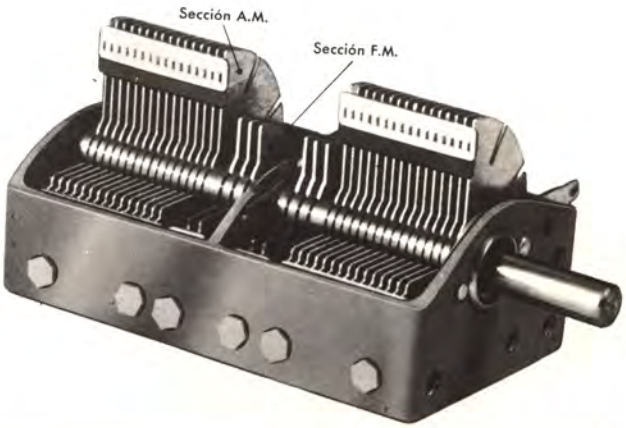
En ocasiones en lugar de cortocircuitar el primario se le deriva simplemente por medio de un condensador, dándole así una frecuencia de resonancia distinta de 10'7 Mc/s, con lo que el fenómeno de saturación queda también eliminado debido a que el canal de F.I. para frecuencia modulada queda así desajustado. Otra posibilidad es la de conmutar los secundarios de AM y de FM del transformador T_2. Todas esas soluciones quedan indicadas en los gráficos de la página anterior.

EL MANDO DE SINTONIA EN LOS RECEPTORES MIXTOS

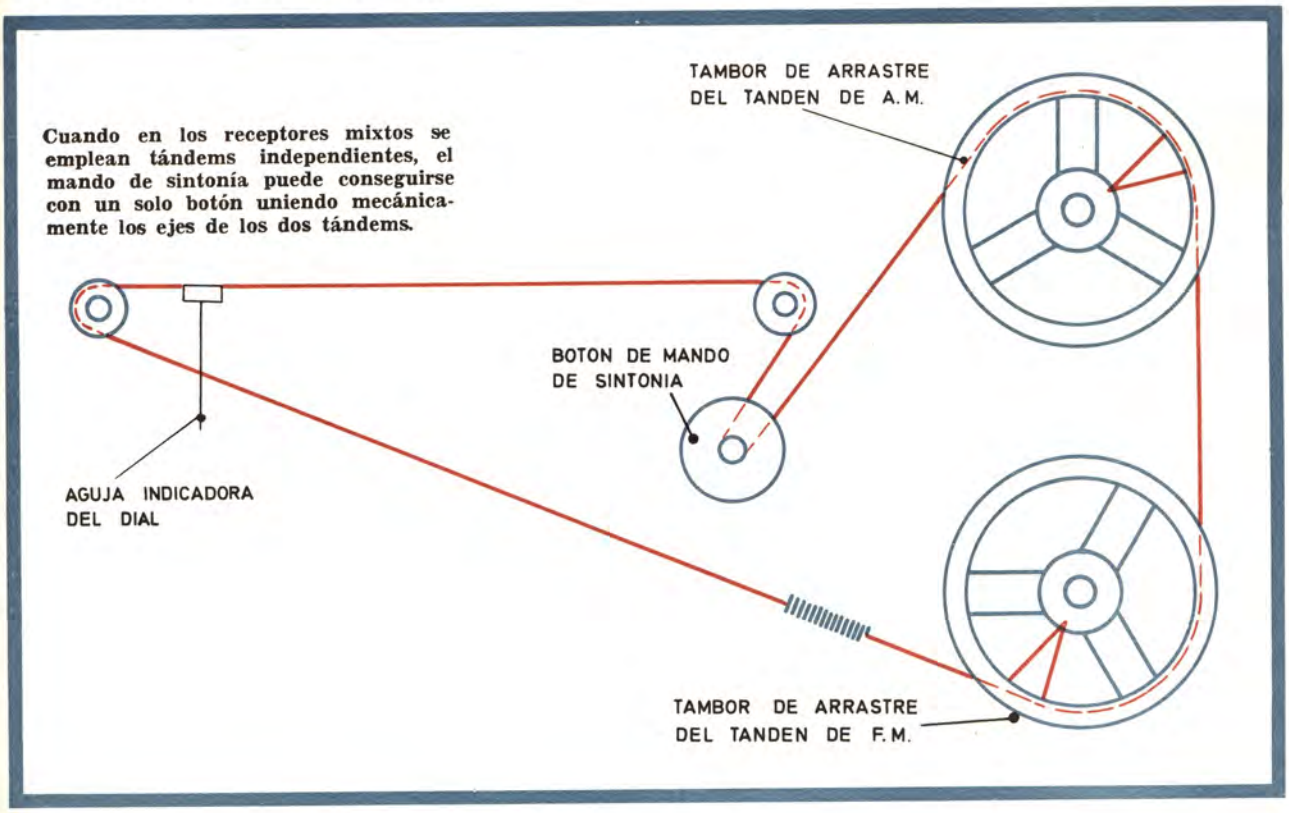
Un detalle que además es preciso tener en cuenta es que, dada la gran diferencia de capacidades requerida, el tándem no puede ser común para los dos tipos de modulación. Esta situación crea en el mando de sintonía un problema que en principio se resolvió simple y llanamente empleando dos botones: uno para accionar el tándem de AM, y otro para accionar el de FM. Hoy en día, sin embargo, se prefiere utilizar un único mando para los dos condensadores, cosa que se consigue realizando una unión mecánica entre los dos tándems o con el empleo de los llamados tándems mixtos, en que sobre un mismo eje se han montado cuatro secciones: dos destinadas a la sintonía de las señales de AM y otras dos a las de FM.

Cuando se emplean tándems separados la unión mecánica suele realizarse mediante el mismo cable o cordón que arrastra la aguja indicadora sobre el cuadrante de mando.

En la fotografía puede apreciarse el aspecto de uno de los tándems mixtos y se aprecian claramente las diversas secciones de que está compuesto.



Cuando en los receptores mixtos se emplean tándems independientes, el mando de sintonía puede conseguirse con un solo botón uniendo mecánicamente los ejes de los dos tándems.



DESCRIPCION DE DOS PROTOTIPOS DE RECEPTORES MIXTOS

Bien; nos hemos limitado hasta aquí a comentar las particularidades constructivas comunes a la mayoría de receptores mixtos comerciales. Se comprende que cada receptor concreto difiere de los de otras marcas en multitud de detalles, tanto de montaje como de diseño.

No podemos, por supuesto, analizar todos y cada uno de los receptores del comercio; pero sí podemos estudiar en detalle dos prototipos que podemos considerar representativos de las dos tendencias normales en la fabricación: uno que llamaremos *modelo A*, de gran categoría —y en consecuencia de precio elevado—, y otro que llamaremos *modelo B*, de categoría media y precio moderado. La elección dependerá de las exigencias del usuario.

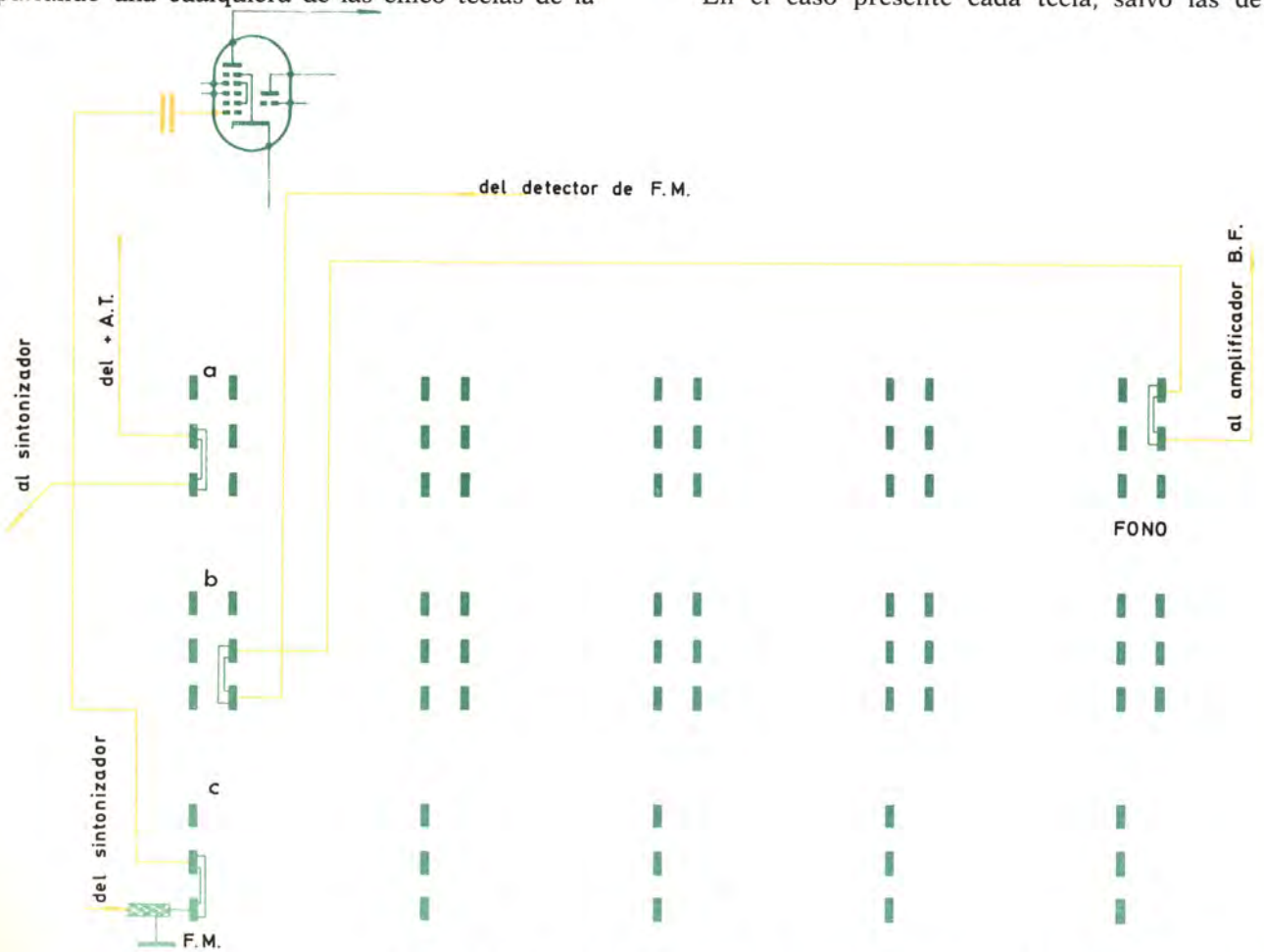
ANALISIS DEL MODELO A

En la hoja plegable A encontrará usted el esquema correspondiente a este receptor mixto. Debe usted seguir todas las explicaciones que a continuación exponemos teniendo a la vista dicho esquema.

Este receptor está provisto de un conmutador de botonera de seis teclas, y se pone en marcha pulsando una cualquiera de las cinco teclas de la izquierda; para *apagar* el receptor debe pulsarse la tecla marcada INT (interruptor).

El funcionamiento del conmutador es sencillo; pero su comprensión requiere un poco de paciencia y atención por parte del lector. Es conveniente, además, que repase lo que se dijo en la lección 31 acerca de este tipo de conmutadores.

En el caso presente cada tecla, salvo las de



Este es, simplificado, el diagrama de conexiones efectuadas por el conmutador al pulsar la tecla FM. Compruébelo en el esquema completo.

FONO e INT, arrastra en su movimiento cinco escobillas o contactos móviles. Así, por ejemplo, la tecla indicada FM arrastra las dos escobillas de su sección *a*, las dos de la sección *b* y la de la sección *c*.

El esquema del conmutador representa su acción cuando está pulsada la tecla FM.

La parte izquierda de la sección *a* conmuta la alta tensión, aplicándola al sintonizador de FM cuando la tecla está pulsada (caso de la figura) o a la placa del oscilador local de AM (triodo de la ECH81) cuando no lo está.

La parte derecha de esa misma sección se utiliza para poner a masa el extremo del condensador C_5, a fin de desintonizar el primario del transformador de frecuencia intermedia de FM cuando el receptor trabaja en AM. Cuando trabaja en FM (caso de la figura) el extremo del condensador C_5 queda libre.

La parte izquierda de la sección *b* no se emplea; en cambio, la parte derecha aplica al contacto central la señal procedente del detector de AM o, como en el caso de la figura, la del detector de FM.

La señal va de ese contacto central a la parte derecha de la sección *m*, accionada por la tecla indicada.

La seción *c*, finalmente, es la que se encarga de conmutar a la rejilla de control de la ECH81 las señales procedentes del sintonizador de FM (caso de la figura) o la que procede de las diversas bobinas de antena cuando el receptor funciona en AM.

La tecla marcada FM es, pues, la que efectúa las conmutaciones que antes hemos indicado en el diagrama de bloques funcionales de un receptor mixto, salvo la conmutación de los circuitos de C.A.S., que en este receptor no tiene lugar.

LA TECLA FONO

Si esta tecla no ha sido pulsada, la señal procedente del contacto central de la sección *a* pasa al amplificador de B.F. (caso del esquema). Si por lo contrario se pulsa la tecla FONO, al amplificador de B.F. llegan únicamente las señales que se aplican a través de la plaquita indicada con la palabra FONO. De esta forma el amplificador de B.F. puede utilizarse como unidad independiente.

La tecla de FONO resulta especialmente útil cuando en la misma caja del receptor se incluye un tocadiscos, constituyendo lo que se llama una *radiogramola*. Así puede utilizarse el amplificador de B.F. tanto para el receptor como para el tocadiscos.

LA TECLA N

Al pulsar esta tecla el receptor queda dispuesto para captar señales en la gama de ondas medias; es decir, de frecuencias comprendidas entre 500 y 1500 Kc/s.

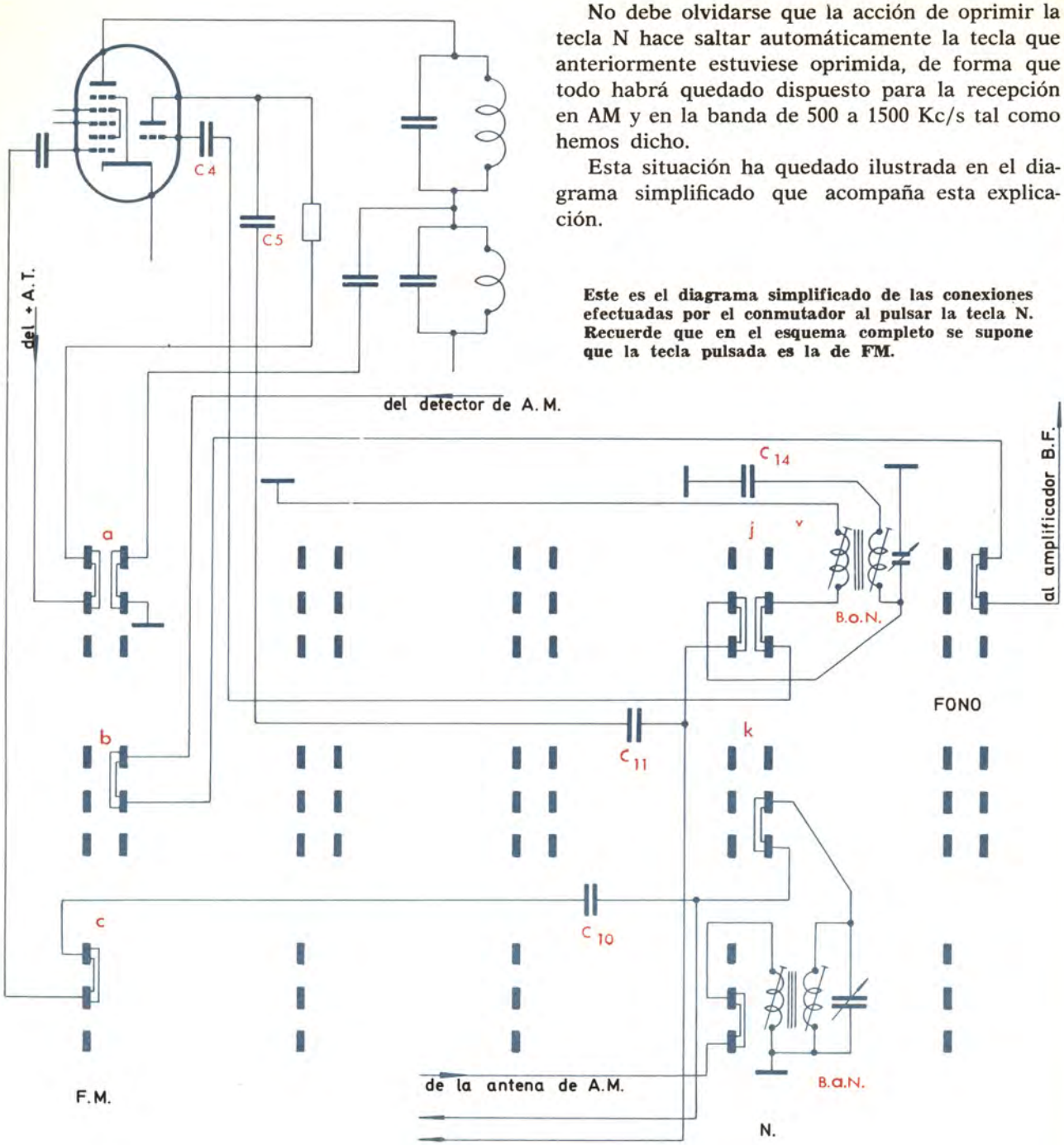
Observe que en la posición indicada en el esquema, donde se supone que la tecla pulsada ha sido la FM y no la N, la sección *l* deriva a masa el terminal libre del primario de la bobina de antena (B.a.N.) y la parte derecha de la sección *k* deriva a masa el terminal libre del secundario de esa misma bobina. Vea también cómo (siempre en el supuesto de que la tecla N no está pulsada) a través de la sección *j* los dos devanados de la bobina osciladora (B.o.N.) quedan conectados entre sí formando un circuito cerrado.

En esa circunstancia, pues, los dos bobinados quedan totalmente inactivos. Ahora bien, si suponemos pulsada la tecla N se aprecia lo siguiente:

1. Al primario de la bobina de antena (B.a.N) llega, a través del condensador C_1, la señal procedente de la antena.
2. El secundario de la B.a.N queda conectado a una de las secciones de AM del tándem mixto y las señales inducidas en dicho secundario llegan, a través del condensador C_{10}, de la sección *c* del conmutador y del condensador C_2, a la rejilla del heptodo de la ECH81.
3. El devanado secundario de la bobina osciladora (B.o.N.) queda conectado a través de C_4 a la rejilla del triodo de la ECH81.
4. El primario de la B.o.N. (el provisto de *trimmer*) queda conectado, por una parte, a la sección restante de AM del tándem mixto; y por otra a la placa del triodo de la ECH81 a través de los condensadores C_{11} y C_5. El condensador C_{14} es el *padder* de normal.

No debe olvidarse que la acción de oprimir la tecla N hace saltar automáticamente la tecla que anteriormente estuviese oprimida, de forma que todo habrá quedado dispuesto para la recepción en AM y en la banda de 500 a 1500 Kc/s tal como hemos dicho.

Esta situación ha quedado ilustrada en el diagrama simplificado que acompaña esta explicación.



Este es el diagrama simplificado de las conexiones efectuadas por el conmutador al pulsar la tecla N. Recuerde que en el esquema completo se supone que la tecla pulsada es la de FM.

LAS TECLAS CI Y CII

Al pulsar la tecla CII el receptor queda dispuesto para recepción de señales en onda corta de frecuencia comprendida entre 5'5 y 11 Mc/s; al pulsar la tecla CI puede sintonizar señales también de la gama de onda corta, pero de frecuencias comprendidas entre 11 y 22 Mc/s.

Con esta disposición la gama total de ondas cortas queda dividida en dos bandas, lo que hace mucho más cómoda la utilización del receptor.

En efecto: el gran número de emisoras existentes en onda corta hace que su sintonía sea extraordinariamente crítica, de manera que con un

movimiento casi imperceptible del botón de mando se pasa de la sintonía de una a la de otra. Esto hace que la correcta sintonización sea un tanto dificultosa. Se comprende que la operación sea más cómoda cuando el número total de emisoras esté repartido en dos bandas.

Cuando la gama de ondas cortas de un receptor está dividida en dos bandas suele decirse que está provisto de un *ensanche de banda* en la mencionada gama.

No debemos olvidar, sin embargo, que el mismo tándem que se emplea para sintonizar la gama de ondas medias —es decir, de 500 a 1500 Kc/s— se emplea también en la gama de ondas cortas. De ahí se origina una pequeña dificultad.

En efecto; si la relación entre las frecuencias máxima y mínima es, en onda media, de 3,

$$\frac{1500}{500} = 3$$

con el mismo tándem se obtiene la misma relación en onda corta; de manera que si en CII la frecuencia mínima es 5'5 Mc/s, la frecuencia máxima sería

$$5'5 \times 3 = 16'5 \text{ Mc/s}$$

y no 11 Mc/s como hemos dicho.

En realidad, la mencionada relación entre frecuencia máxima y mínima es, en las dos bandas de onda corta, igual a 2:

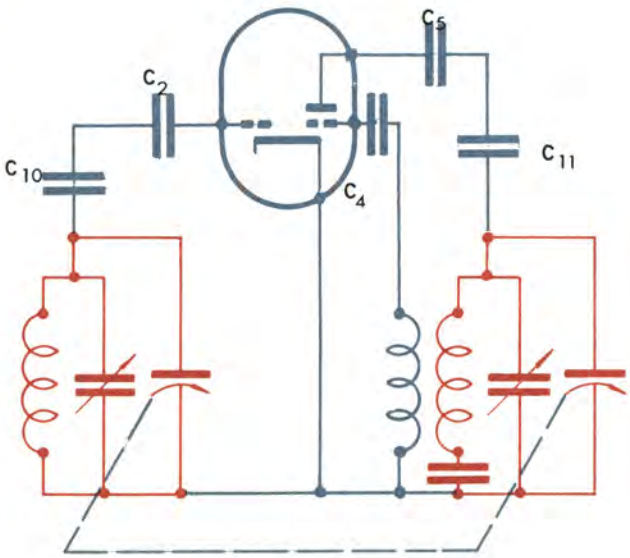
$$\frac{11}{5'5} = 2 \qquad \frac{22}{11} = 2$$

Esta relación menor se consigue mediante los condensadores C_{10} y C_{11}. Como usted puede comprobar, las bobinas de antena y osciladoras están, en onda corta, sintonizadas por el tándem; pero *a través de estos dos condensadores*, y no directamente como en el caso de las ondas medias.

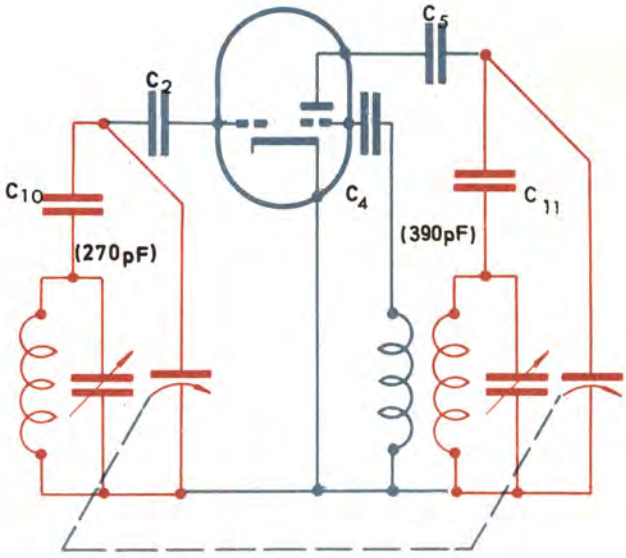
Así, por ejemplo, es fácil advertir que las bobinas de antena se sintonizan por la sección derecha del tándem puesta en serie con el condensador C_{10}.

Esto no sólo hace que la capacidad de sintonía sea menor en onda corta que en onda media, sino también que la relación entre la capacidad máxima y la mínima sea también menor. Ya sabemos que esa relación está directamente ligada con la que existe entre las frecuencias máxima y mínima que es posible sintonizar. Será conveniente, a este respecto, que repase usted lo que se expuso sobre el tema.

Otro detalle de interés concerniente a estas bandas es que, en apariencia, ninguna de las dos lleva *padder*. En realidad, el defecto sólo es aparente, pues el condensador C_{11} es de mayor capacidad que C_{10}, de forma que la capacidad de sintonía de las bobinas osciladoras resulta ser así algo mayor que la de las de antena. Con ello se consigue, en definitiva, que la frecuencia del oscilador se



Disposición del conversor en onda media. Las bobinas se sintonizan directamente por el tándem.



Disposición del conversor en onda corta. Las bobinas se sintonizan a través de C_{10} y C_{11}. Observe la distinta capacidad de C_{10} y C_{11} y busque la explicación en el texto.

mantenga, en onda corta, a 470 Kc/s (valor de la F.I.) por debajo de la señal sintonizada.

Por lo demás, es fácil apreciar que cuando una de las teclas está pulsada las bobinas correspondientes quedan conectadas a la ECH81 de forma análoga a como ocurría con las bobinas de onda media; y cuando no, quedan en cortocircuito y fuera de servicio.

LA TECLA INT

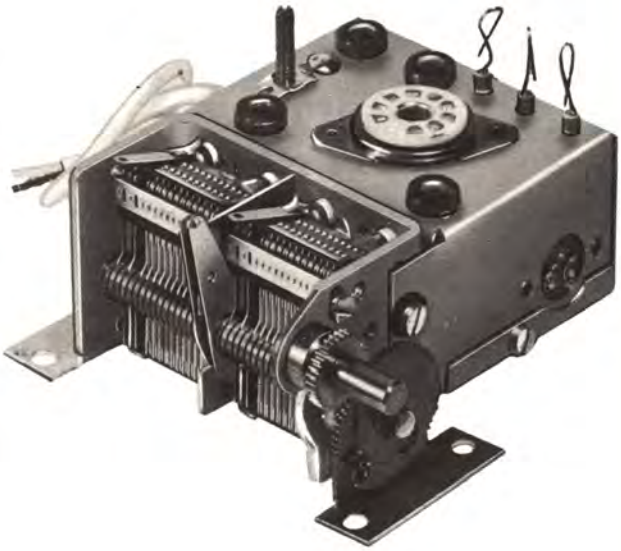
Al oprimir esta tecla queda abierto el circuito del primario del transformador de alimentación y el receptor deja de funcionar, puesto que no recibe corriente.

EL SINTONIZADOR DE FM

Se ha preferido esquematizar en el esquema su aspecto exterior indicando los puntos que deben conectarse al resto del circuito. El radiotécnico nunca arma este componente; los fabricantes de bobinas lo suministran montado y, en general, ajustado.

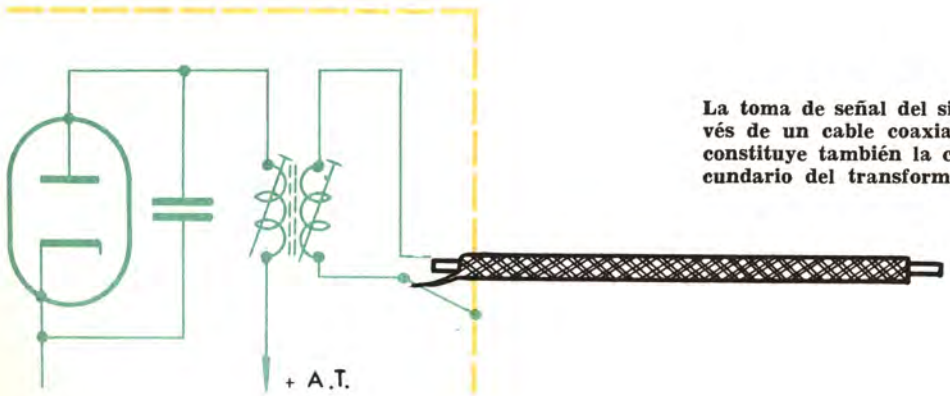
Advierta que la señal de FM se conduce desde el sintonizador hasta el conmutador mediante un cable blindado; de esta forma se evita la radiación de la señal.

Aquí cabe hacer una observación: el esquema eléctrico de muchos sintonizadores comerciales es, con ligeras variantes, el que apareció en la lección 35, allí puede usted comprobar que la señal que sale del sintonizador procede del secundario del primer transformador de F.I. en FM. Pues bien; en muchas ocasiones se utiliza como *capacidad de acuerdo* de ese secundario, la que presenta el cable blindado de salida, y en estas circunstancias *debe tenerse buen cuidado de no cortar el mencionado cable al montar el receptor,* aunque sea más largo de lo estrictamente necesario, pues quedarían alteradas las condiciones de funcionamiento del sintonizador.



Sintonizador de FM con tándem mixto.

El tándem mixto está incorporado al sintonizador; de esta forma las conexiones entre las secciones de FM pueden ser muy cortas.



La toma de señal del sintonizador se efectúa a través de un cable coaxial, que en muchas ocasiones constituye también la capacidad de acuerdo del secundario del transformador de F.I.

LA VALVULA EBF80

El papel que juega esta válvula en el funcionamiento de este receptor merece algún comentario.

Cuando el receptor trabaja en FM dicha válvula, que es un doble diodo-pentodo, trabaja como amplificadora de F.I. y como limitadora.

La limitación de las señales tiene lugar porque se ha intercalado el grupo RC_3 en el conductor de rejilla y porque la válvula trabaja sin polarización. Para mejorar las propiedades limitadoras queda aplicada a la rejilla supresora una fuerte tensión negativa procedente del condensador C_{17} del detector de relación. Las condiciones de trabajo de la válvula se han elegido de tal forma que la ganancia sea apreciable aunque las propiedades limitadoras, teniendo en cuenta que el pentodo es de pendiente variable, no sean excepcionales.

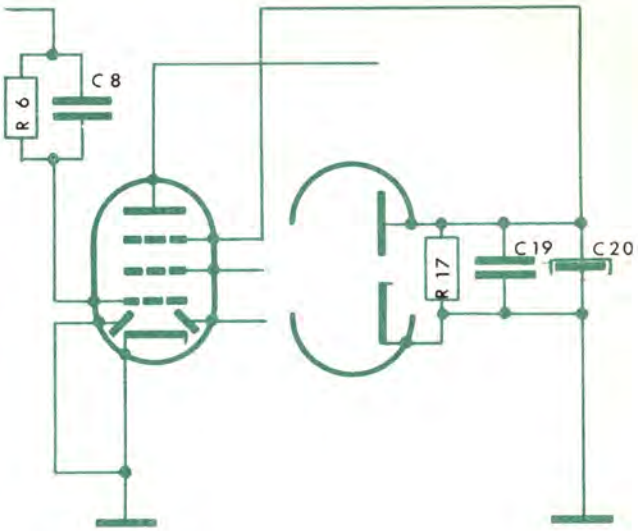
No obstante, puesto que el detector de relación goza de propiedades limitadoras, el conjunto ofrece muy notables cualidades en lo que se refiere a la supresión de las variaciones de amplitud y, en consecuencia, de las interferencias.

En cambio, cuando el receptor trabaja en AM las propiedades limitadoras desaparecen, ya que por una parte el pentodo queda polarizado a través del circuito de C.A.S. (que funciona únicamente en AM); y por otra, queda reducida a cero la tensión negativa aplicada a la supresora, pues el detector de FM deja de trabajar.

Uno de los dos diodos de que va provista esta válvula sirve para la detección de las señales de AM. El otro no se emplea y queda conectado al cátodo.

Como detalle de interés, observe que el condensador electrolítico C_{20} queda en paralelo con un condensador C_{19} de tipo cerámico. Se adopta esta disposición para evitar los efectos perjudiciales en el funcionamiento del detector que tendría la autoinducción parásita o residual que presentan los electrolíticos. La misma misión tiene el condensador C_{24} respecto de los electrolíticos de la fuente de alimentación.

Aunque hasta aquí hemos hecho referencia a la EBF80, se comprende que cualquier diodo-pentodo que pueda trabajar en alta frecuencia y sea de pendiente variable puede desempeñar la misma función.



Cuando el receptor trabaja en FM la EBF80 trabaja no sólo como amplificadora, sino también como limitadora, porque se aplica una fuerte tensión negativa a la supresora y la rejilla de control trabaja sin polarización. Observe la situación del condensador C_{16} y lea la explicación en el texto.

EL INDICADOR DE SINTONIA

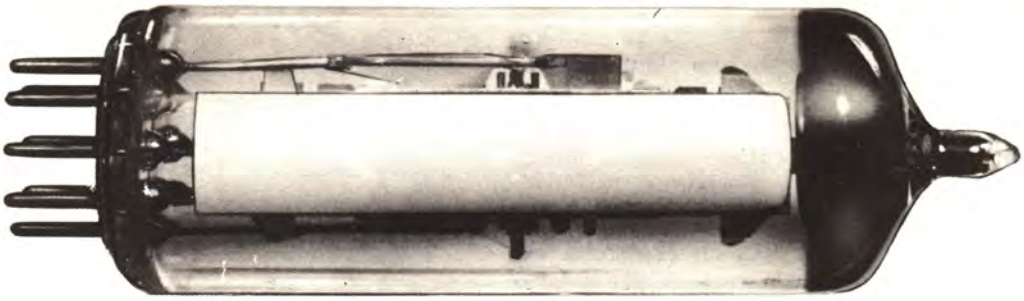
En el esquema aparece una válvula termoiónica, la EM84, sobre cuya misión no se ha dicho ni palabra hasta el momento, y que además se ha caracterizado con un símbolo que hasta ahora no habíamos utilizado.

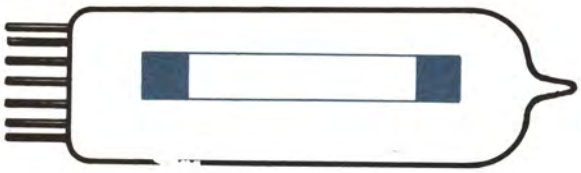
Esa válvula es conocida con el nombre de *ojo mágico* y actúa como indicador de sintonía.

En la fotografía puede observar el aspecto de la EM84. Puede apreciarse un gran rectángulo blanco en el cuerpo de la válvula. Cuando el receptor está en marcha aparecen en ese rectángulo blanco dos rectángulos luminosos de color verde, muy estrechos cuando no hay emisora sintonizada, y que se ensanchan hacia la parte central de la válvula al sintonizar una señal. Su anchura es la máxima cuando la portadora está perfectamente centrada en la curva de respuesta del receptor; es decir, cuando la emisora ha sido bien sintonizada.

Esta válvula proporciona, pues, un control visual de la sintonía y hace mucho más cómodo el manejo del receptor, sobre todo en onda corta, en que la sintonía es tan crítica.

El nombre de *ojo mágico* se le dio porque los





Señal no sintonizada o mal sintonizada.

Señal bien sintonizada.

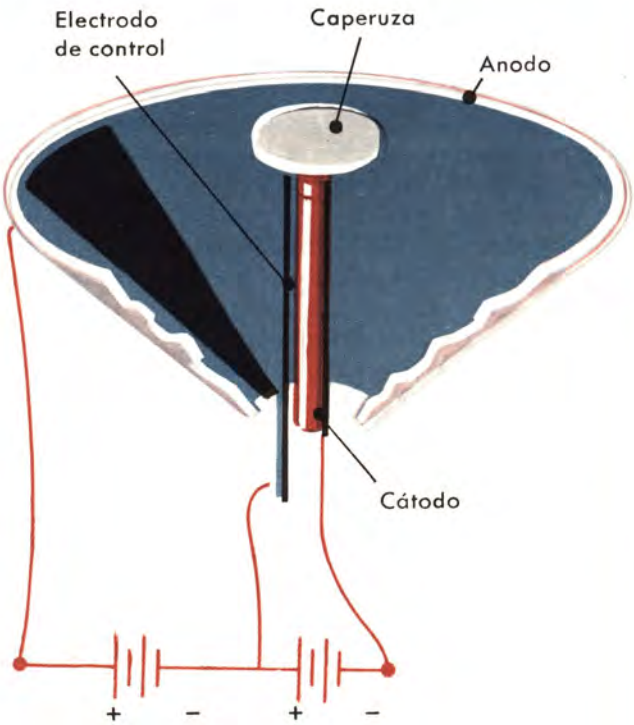
primitivos modelos de estas válvulas tenían un aspecto que recordaba al ojo humano.

La estructura y funcionamiento de estos primeros modelos pueden apreciarse en la figura.

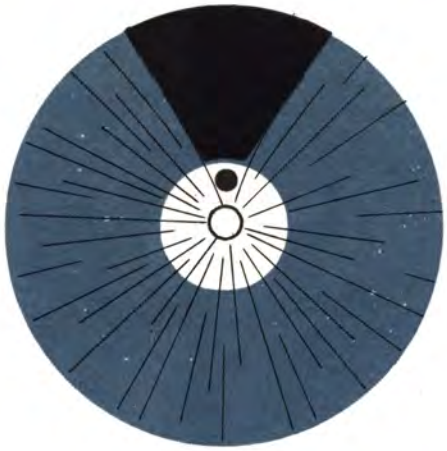
Una placa cónica rodea a un cátodo termoiónico; entre ambos está interpuesta una varilla metálica que recibe el nombre de electrodo de control.

La superficie interna de la placa está recubierta de una pintura fluorescente que emite una luz verdosa cuando inciden en ella los electrones procedentes del cátodo. Al ánodo se le aplica un potencial positivo fijo; y al electrodo de control un potencial también positivo pero variable.

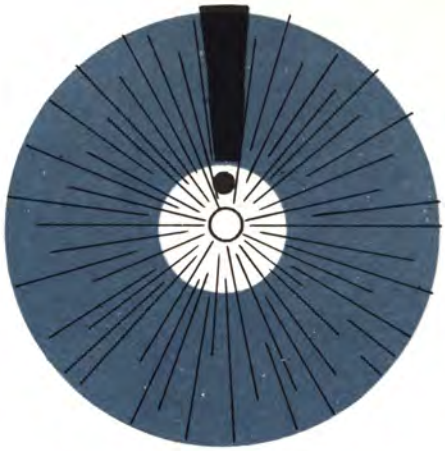
Si el electrodo de control está al mismo potencial que el ánodo, sólo se intercepta un pequeño haz del flujo de electrones que procede del cátodo; el ánodo aparece iluminado con una coloración verde en toda su superficie, salvo en una pequeña zona que es como la sombra del electrodo de control proyectándose sobre la placa. Al disminuir el potencial positivo del electrodo de control, el haz de electrones experimenta una desviación al llegar a él, y la zona sombreada u oscura de la placa se hace mayor. El símbolo correspondiente a este dispositivo aparece en la figura inmediata.



En el gráfico está ilustrada la estructura de un ojo mágico. Los electrones procedentes del cátodo chocan violentamente con el ánodo y provocan la fluorescencia de la pintura con que está recubierto dicho ánodo. El electrodo de control, que intercepta la marcha de los electrones, produce sobre el ánodo una sombra tanto mayor cuando más negativo es su potencial con respecto al ánodo.



El electrodo de control al mismo potencial que el ánodo.



El electrodo de control a un potencial superior al del ánodo.

Otros modelos de *ojo mágico* poseen dos (y a veces cuatro) electrodos de control diametralmente opuestos alrededor del cátodo, con lo que en la pantalla aparecen dos (o cuatro) sectores oscuros en lugar de uno solo.

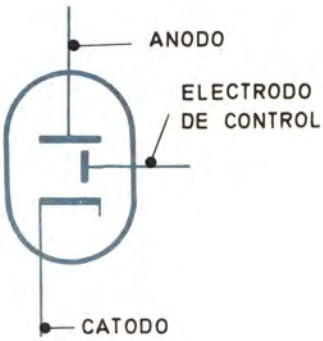
El conjunto está encerrado en una ampolla de vidrio en la que se ha practicado el vacío.

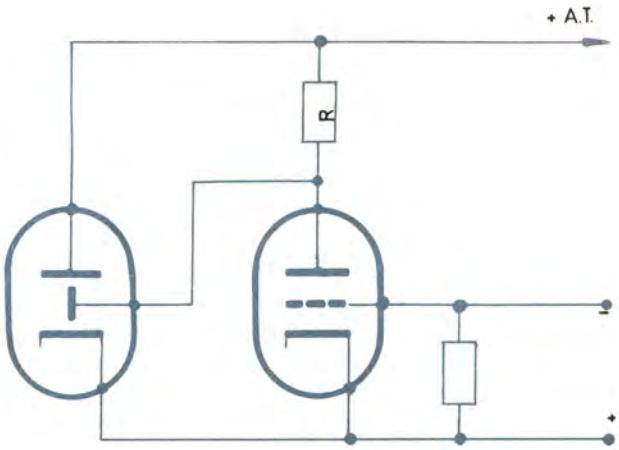
Para evitar que pueda verse el cátodo incandescente se coloca en la parte superior un pequeño capuchón que visto de frente produce la impresión de ser la pupila del *ojo mágico;* de ahí el nombre.

En casi todos los modelos, para conseguir variaciones de la anchura de la zona de sombra entre su valor máximo y su valor mínimo, se requiere una variación de tensión de unos 100 V en el electrodo de control, lo que significa que la sensibilidad de estos indicadores es muy pequeña.

A fin de aumentar la sensibilidad se utiliza un triodo para amplificar la tensión de control. El esquema correspondiente es el que aparece en la figura.

El funcionamiento es fácil de comprender: si a la rejilla del triodo amplificador se aplica una tensión negativa igual o superior a la de corte, en la resistencia de placa del triodo no hay caída de tensión, y por tanto el electrodo de control del ojo mágico está al mismo potencial que su placa; en consecuencia, los sectores sombreados tienen su anchura mínima. En cambio, cuando se aplica a la rejilla de control una tensión menor que la de corte, empieza a circular por el triodo corriente que provoca una caída de tensión en la resistencia de placa. Puesto que el electrodo





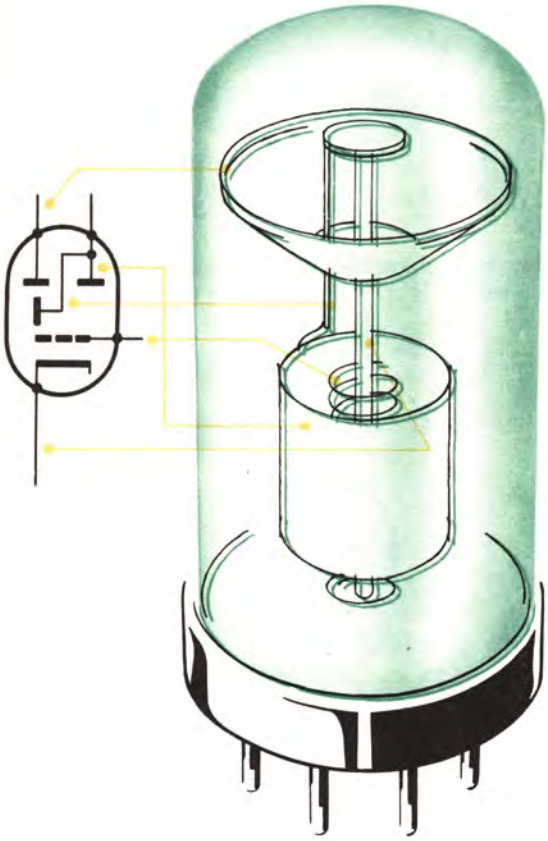
Esquema de montaje de un triodo como aplificador de tensión para el ojo mágico.

de control está unido a la placa del triodo, experimenta esa caída de tensión y el sector de sombra se agranda.

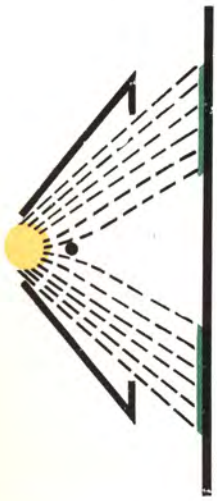
Con esta disposición no sólo aumenta la sensibilidad, sino que la tensión de control necesaria es negativa en lugar de positiva, lo que, generalmente, resulta ventajoso.

En la mayor parte de los casos el *ojo mágico* y el triodo amplificador se incluyen dentro de una misma ampolla, con lo que el conjunto resulta mucho más barato.

La estructura y el símbolo correspondiente pueden verse en el gráfico adjunto, y en la fotografía su aspecto real.



Casi siempre se incluyen en una misma ampolla el ojo mágico y el triodo amplificador.



Croquis del principio de funcionamiento de la válvula EM84.

En realidad los indicadores de sintonía de construcción reciente tienen un aspecto que no recuerda en nada al del ojo humano; pero el nombre perdura porque su funcionamiento es exactamente el que hemos indicado, aunque los electrodos tienen distinta posición.

En la EM84, por ejemplo, la pintura fluorescente no está situada sobre el ánodo, sino en la pared de vidrio del tubo. El ánodo tiene una ventana rectangular a través de la cual los electrones alcanzan dicha pintura.

Ninguna dificultad tendrá ahora en comprender por qué pueden actuar estas válvulas como indicadores de sintonía.

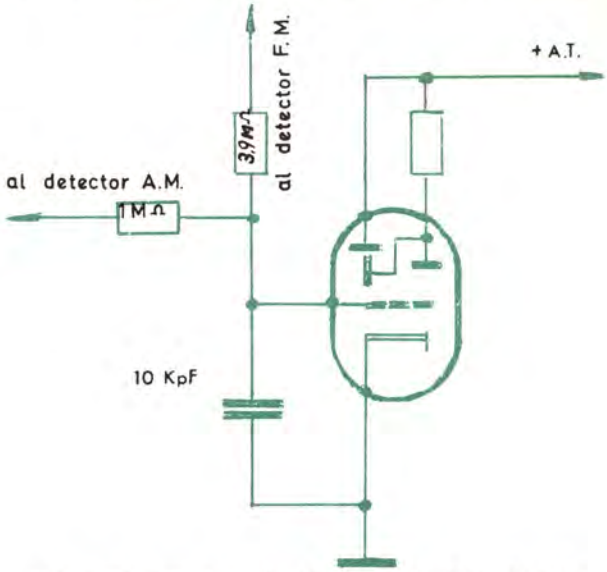
Como tensión de control para el *ojo mágico* se utiliza la componente continua de la detección cuando el receptor trabaja en AM; y cuando funciona en FM la tensión también negativa que aparece en uno de los terminales del condensador electrolítico del detector de relación.

El valor de esas tensiones continuas es tanto mayor cuanto mayor amplitud tiene la portadora que llega a los detectores; es obvio que esa amplitud es máxima cuando la señal está perfectamente sintonizada. Evidentemente, la zona de sombra en el *ojo mágico* tiene en este caso una anchura mínima.

Cuando el receptor funciona en AM la resistencia R_{18} y el condensador C_{21} actúan de filtro, permitiendo el paso de la componente continua de la detección hacia la rejilla del *ojo mágico;* pero no el paso de la componente alterna.

Cuando funciona en FM la resistencia R_{19} constituye, junto con R_{18} y R_{16}, un divisor para la tensión desarrollada en los extremos del condensador C_{20}, que resulta demasiado elevada para la sensibilidad que tiene este tipo de *ojo mágico;* a este fin, la resistencia R_{19} tiene un valor bastante más grande que el de R_{18}.

Los *ojos mágicos* o los *indicadores catódicos,* forma más correcta como también se les conoce, tienen otras muchas aplicaciones, tales como indicadores de grabación en magnetofonos, indicadores de cero en instrumentos de medición, etc.; de todo ello tendremos ocasión de volver a hablar.



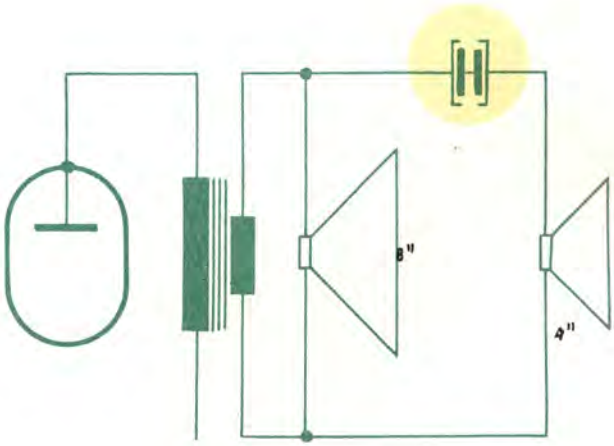
La resistencia de 3'9 MΩ y el condensador de 10 KpF filtran la componente continua de la señal del detector de AM. En FM se utiliza una resistencia de valor mayor para reducir el valor mucho más elevado de la tensión que proporciona el detector de relación.

EL AMPLIFICADOR DE B.F.

No requiere comentario especial, pues se ha estudiado con anterioridad, salvo en un punto: va cargado por dos altavoces en lugar de uno solo. Uno de los altavoces, el de ocho pulgadas, está conectado directamente al secundario del transformador de salida; el otro, de cuatro pulgadas, lo está también, pero a través de un condensador con una capacidad de unos 8 μF.

El tamaño relativamente grande del cono de 8" le hace adecuado para la reproducción de los sonidos graves, pero su inercia, en cambio, impide que su funcionamiento sea del todo correcto en las notas agudas. Contrariamente, el cono mucho más ligero del altavoz de cuatro pulgadas funciona correctamente en las frecuencias altas. La misión del condensador de 8 μF es seleccionar las señales que llegan al altavoz pequeño, dando preferencia a las de frecuencia más alta dentro de la gama de audio. La fidelidad de la reproducción mejora con esta disposición.

Es posible que haya alguna dificultad para hallar en el mercado condensadores de 8 μF con dieléctrico de papel; y habida cuenta de que los electrolíticos tienen una polaridad determinada no pueden utilizarse, sin más, en sustitución de uno de aquel tipo. Cabe, sin embargo, la posibilidad de asociar dos electrolíticos en oposición (tal como indica la figura); el conjunto sí puede emplearse en lugar del condensador que aparece indicado en el esquema.



Dos electrolíticos en oposición pueden sustituir al condensador de papel.

LA FUENTE DE ALIMENTACION

También es conocida de sobra; la hemos estudiado con detalle en lecciones anteriores. Unicamente haremos observar que se ha añadido un conmutador para realizar con más comodidad el cambio de la tensión de entrada al transformador (de 125 V a 220 V, y viceversa).

EL MUEBLE

Por la fotografíá siguiente puede darse una idea del tipo de mueble que puede convenir a un receptor de esta categoría.

Hemos supuesto el empleo de un mueble grande que comprende un tocadiscos y se vale, por supuesto, del amplificador de B.F. del receptor

DESCRIPCION DEL MODELO B

No difiere en lo fundamental del modelo que acabamos de describir y sí únicamente en los detalles accesorios, que aquí se han resuelto de forma que el conjunto resulte más barato. Vea la lámina plegable B, donde podrá apreciar sus particularidades.

EL CONMUTADOR

En primer lugar, el conmutador de botonera se ha sustituido por uno rotativo, solución menos vistosa pero más económica. Además, la gama de ondas cortas se cubre en una sola banda. El conmutador rotativo es, pues, de ocho circuitos y tres posiciones: normal-corta-FM.

LA FUENTE DE ALIMENTACION

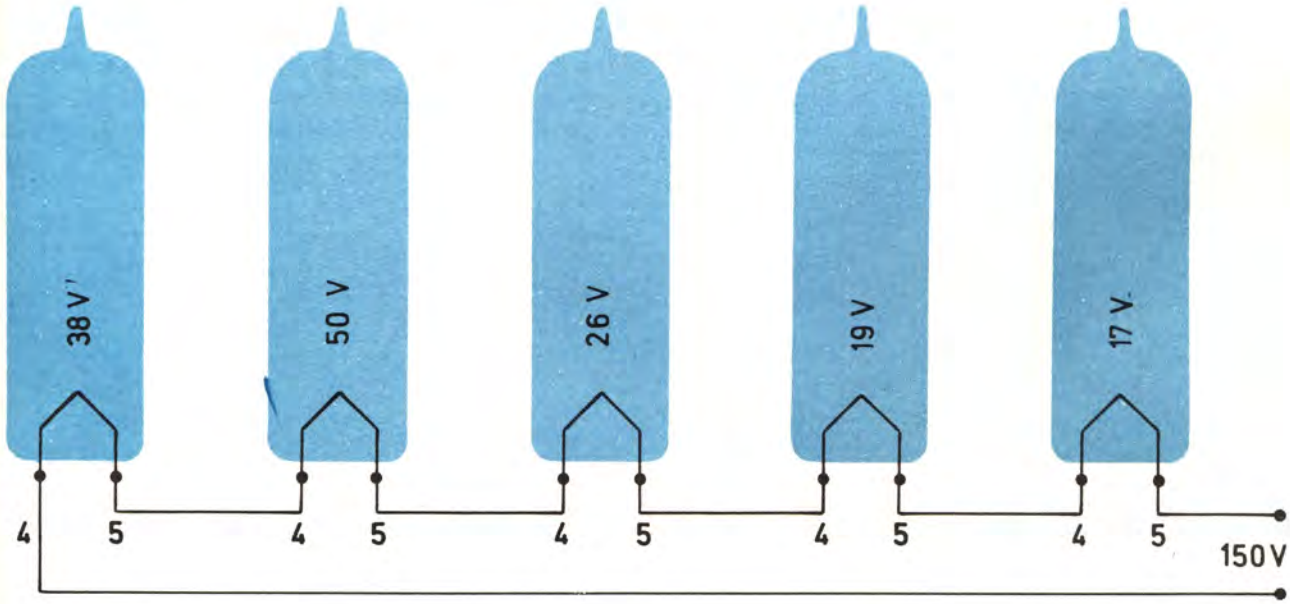
En lugar de un transformador utiliza un autotransformador; solución que, aunque tiene el inconveniente de que uno de los polos de la red queda conectado al chasis, resulta más barata, ya que el núcleo requerido por el autotransformador puede ser mucho más pequeño que el del transformador equivalente.

La rectificación es de media onda; se realiza mediante una válvula monoplaca.

La sección de filtrado es también más sencilla que en el caso anterior.

Las válvulas empleadas en este receptor son del tipo llamado *universal*, que se caracteriza principalmente porque todas ellas trabajan con la misma *intensidad de filamento* ($I_f = 0'1$ A), a diferencia de las que equipaban el receptor anterior, del tipo llamado *alterna*, cuyos filamentos trabajan todos a la misma *tensión de filamento* ($V_f = 6'3$ V).

Las válvulas de alterna se conectan *todas en paralelo* a la toma de 6'3 V del transformador; las universales, en cambio, se conectan *en serie* a una toma del autotransformador que debe proporcionar una tensión igual a la suma de las tensiones de filamento de cada una de las válvulas en serie con dicha toma.



Las válvulas de la serie universal hacen posible la alimentación en serie de los filamentos.

Así, en este caso, las tensiones de filamento de las válvulas empleadas son:

UY85	$V_f = 38$ V
UCL82	$V_f = 50$ V
UCC85	$V_f = 26$ V
UCH81	$V_f = 19$ V
UBF80	$V_f = 17$ V

La suma total es de 150 V. Como se han agregado a la cadena de filamentos dos lamparitas de cuadrante de 12 V, la tensión total requerida es 174 V.

El autotransformador resulta mucho más económico en estas condiciones que si hubiese sido realizada para alimentar las válvulas en paralelo a 6'3 V.

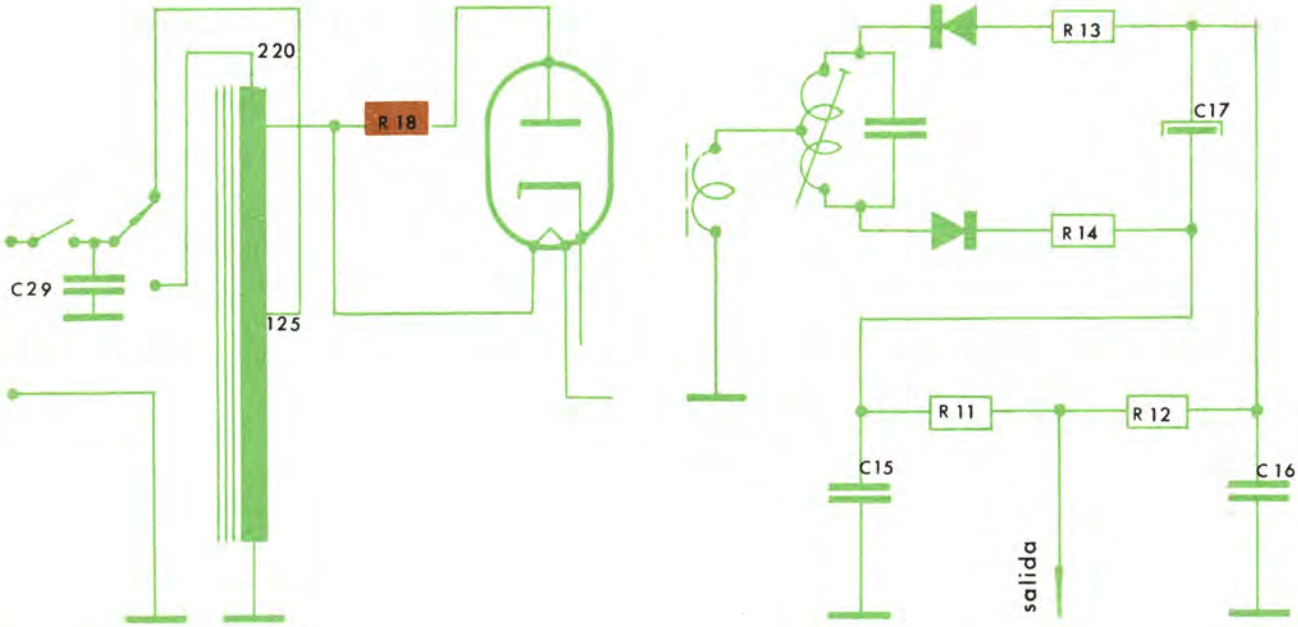
EL AMPLIFICADOR DE B.F.

Está constituido por una sola válvula: el triodo-pentodo UCL82. Su funcionamiento es harto conocido; aquí sólo haremos observar que el triodo está polarizado por escape de rejilla mediante la resistencia R_{15}, cuyo valor debe ser de 10 MΩ para dicha válvula.

OTROS DETALLES

El detector de relación está equipado, en este montaje, con diodos de germanio en lugar de diodos termoiónicos. Las resistencias R_{13} y R_{14} reducen las posibles diferencias entre las características de los dos diodos; por lo demás el montaje es una de las variantes estudiadas en la lección 34.

La resistencia R_{18} en serie con la placa de la rectificadora limita la intensidad que circula por ésta en el instante del encendido, cuando el condensador C_{25} todavía está descargado.



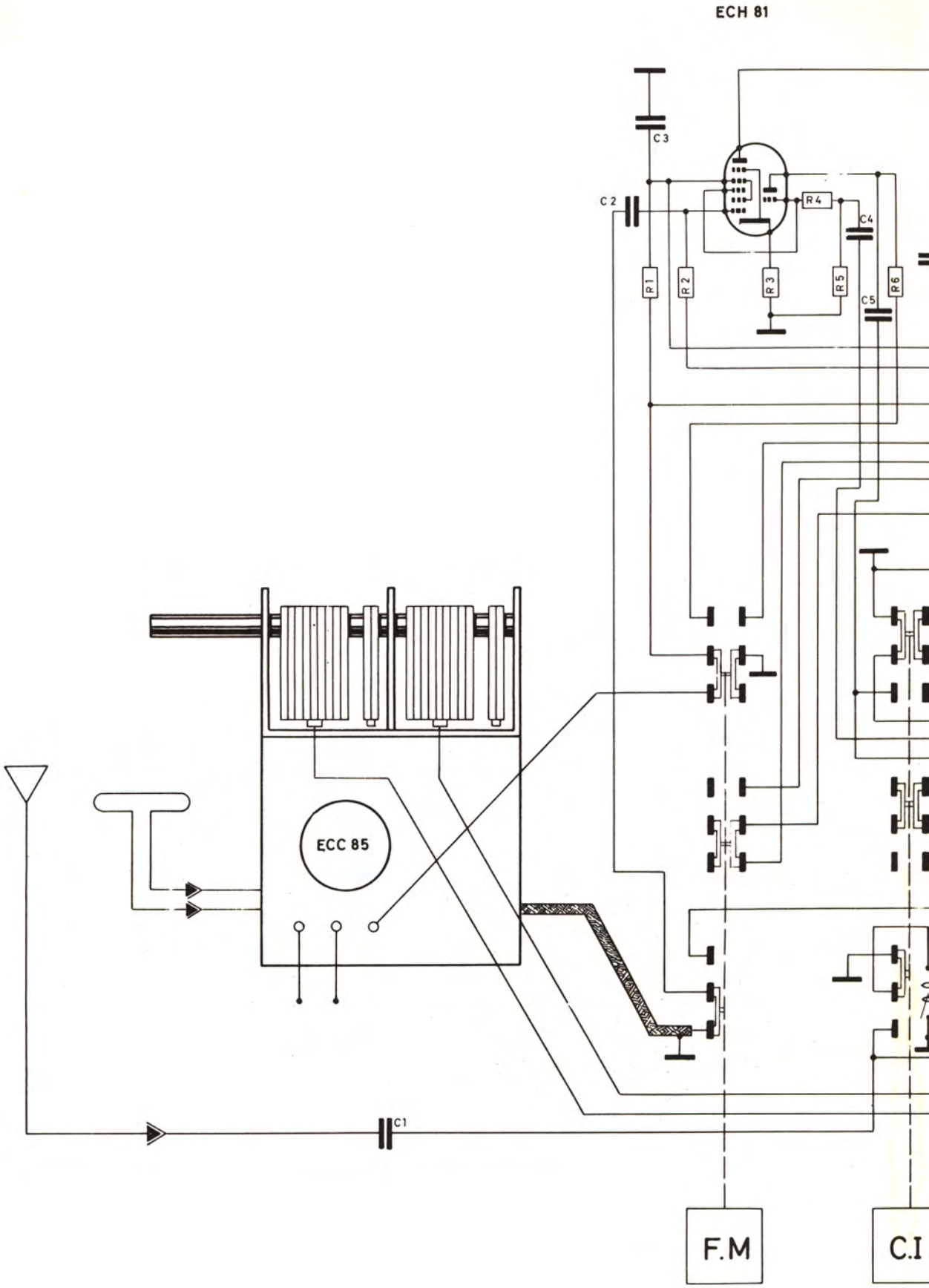
Dos detalles del esquema del receptor modelo B.

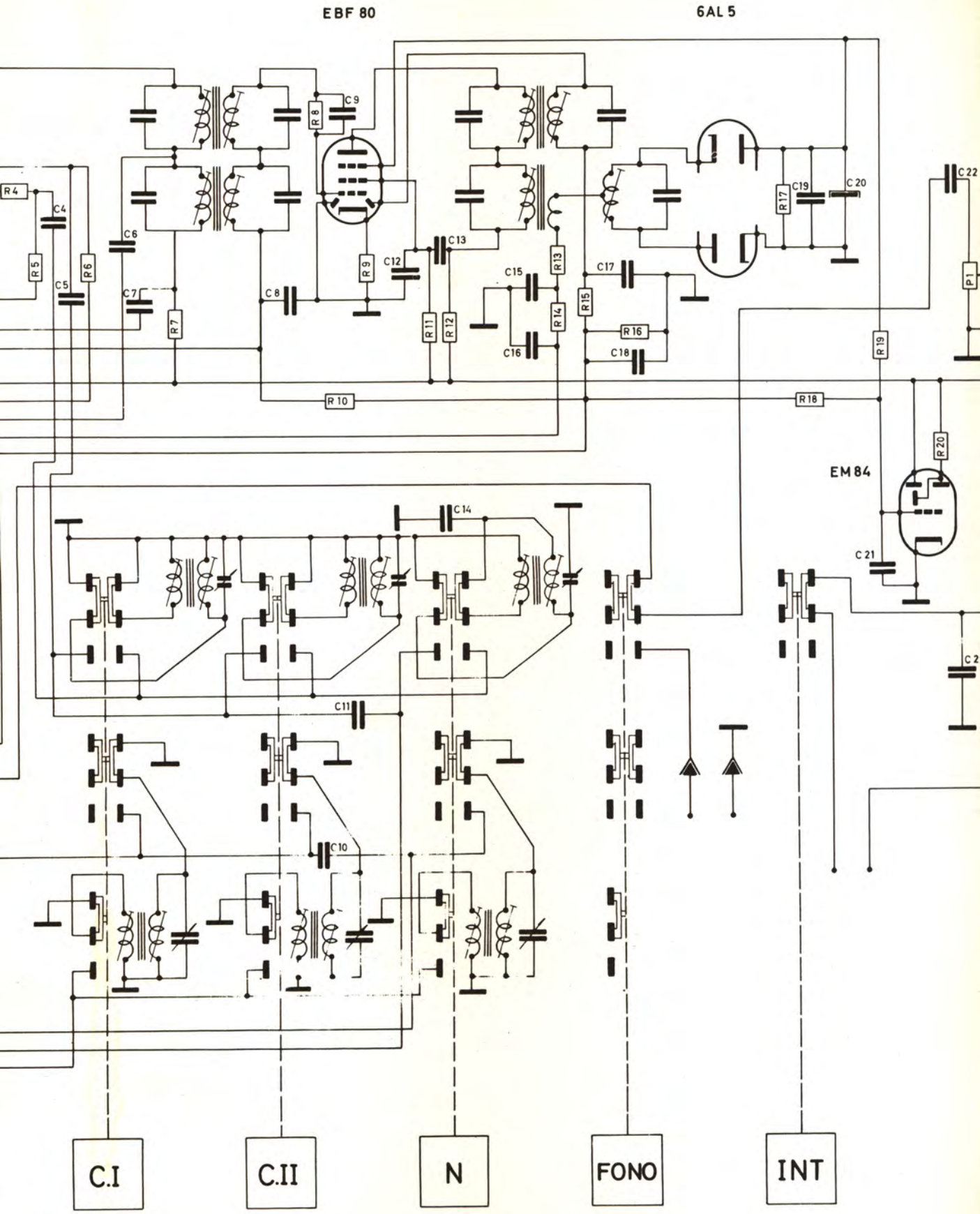
EL MUEBLE

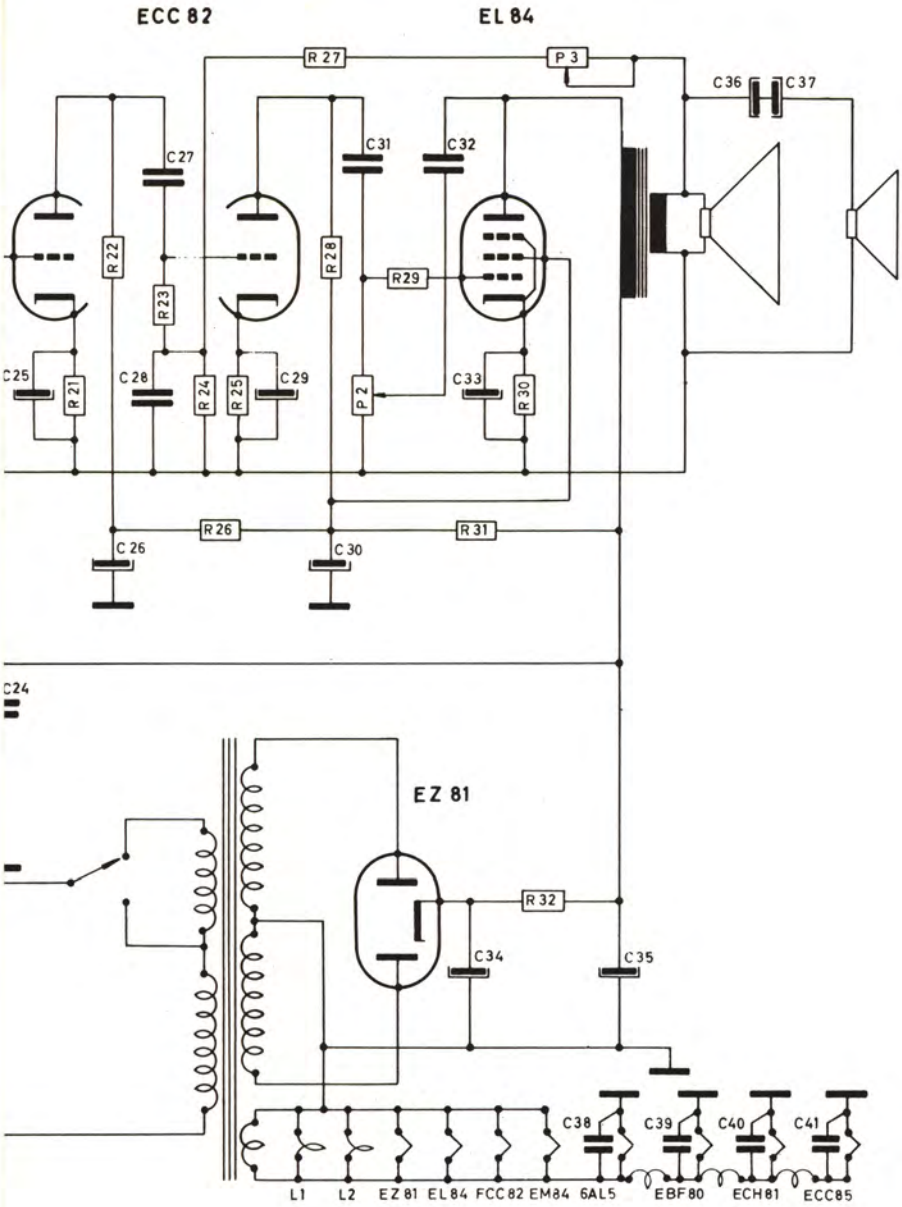
El mueble debe tener una categoría en consonancia con la parte electrónica. Las fotografías ilustran un tipo adecuado para este receptor de mediana categoría.

Sólo nos resta, para terminar, repetir que los dos modelos estudiados tienen características comunes a la mayoría de receptores comerciales, pero no corresponden en realidad a ningún modelo comercial concreto; y también que el hecho de que hemos adjetivado *de gran categoría* a un modelo, y al otro *de categoría media*, no quiere decir que la *fiabilidad* —es decir, el tiempo que probablemente puede funcionar sin deterioro— sea mayor en uno que en otro, pues esto depende de la *calidad* de los componentes empleados, que puede ser igual en ambos receptores.

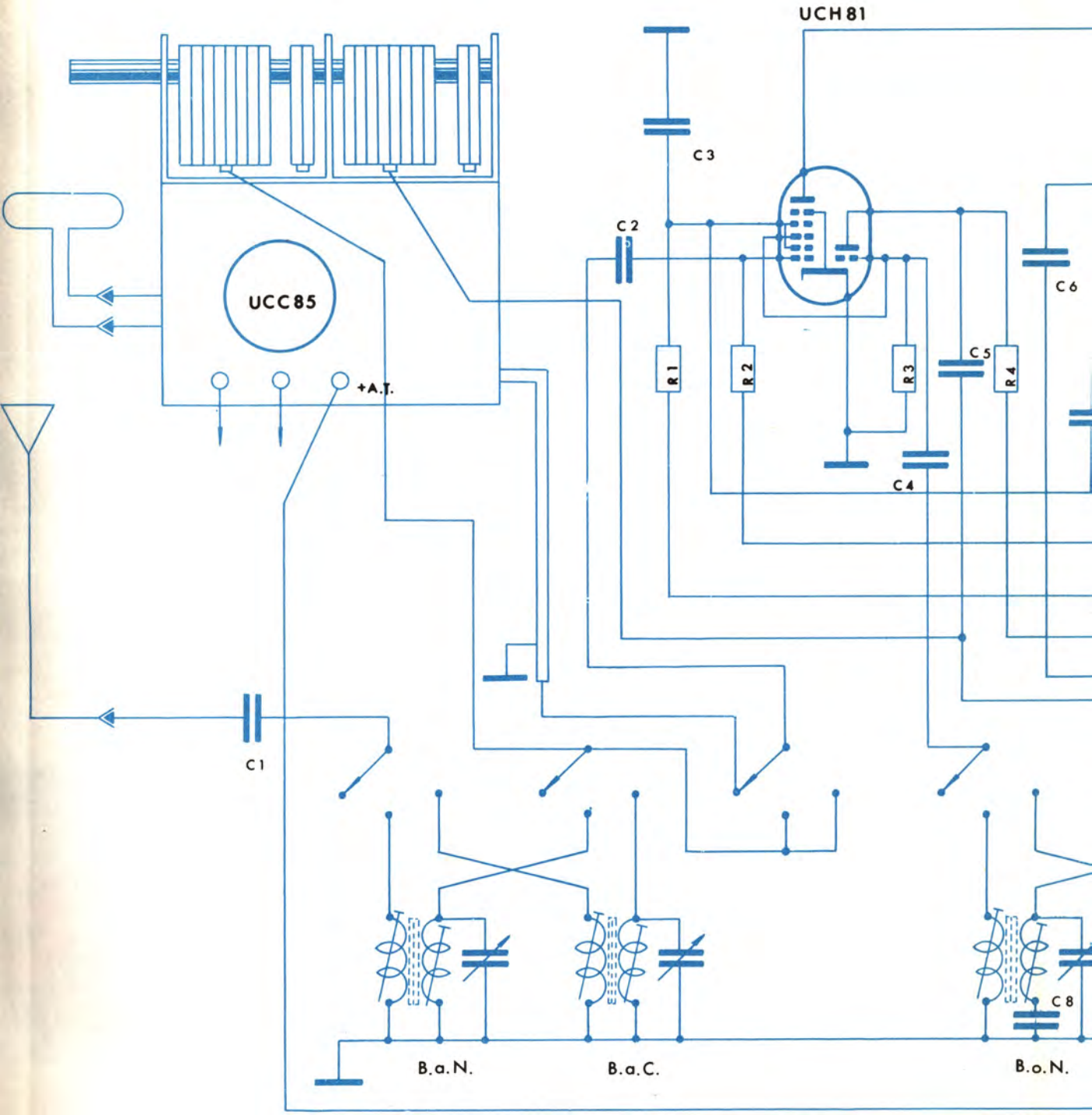
* * *

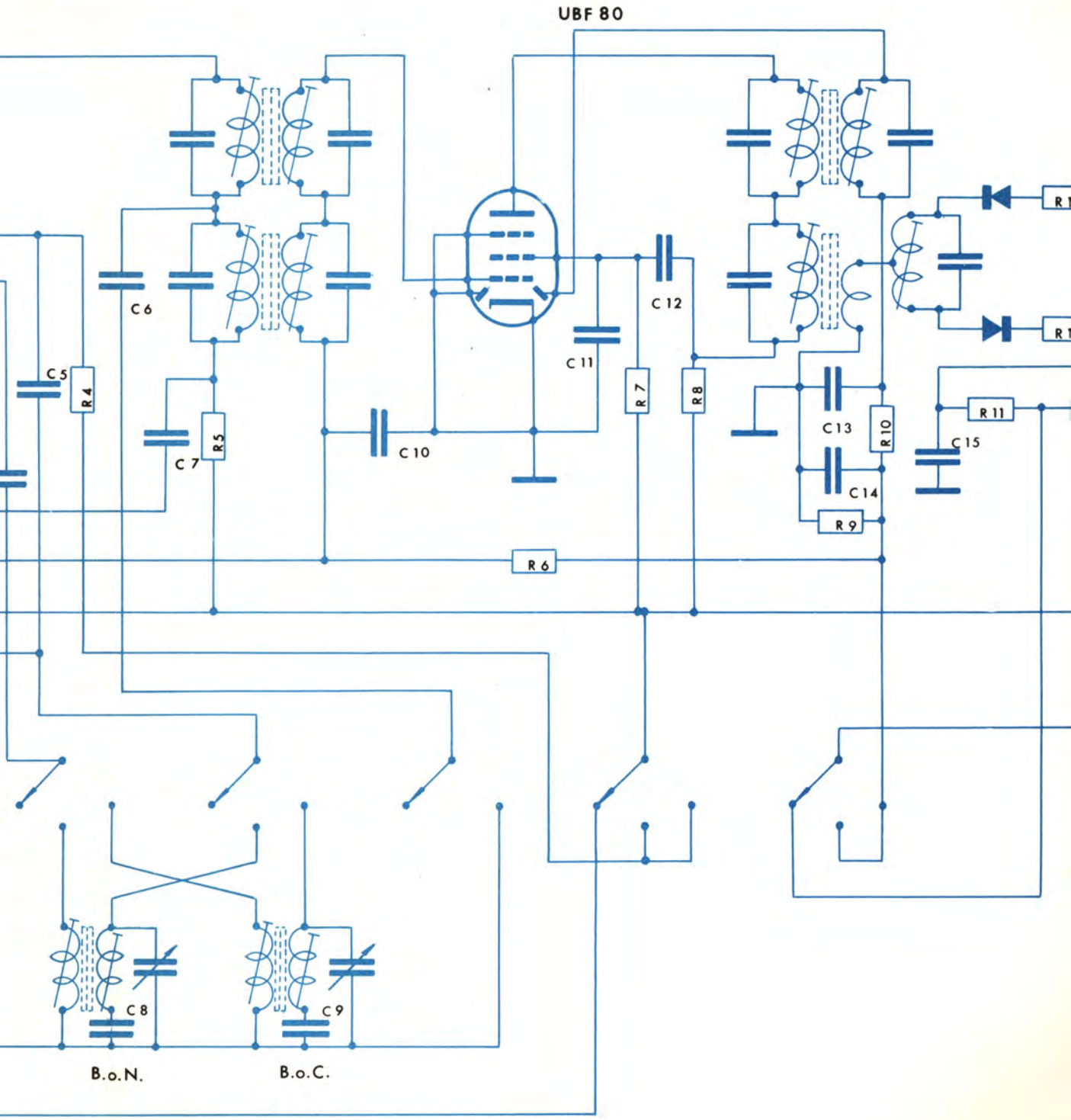

ECH 81
C3
C2
R4
C4
R1
R2
R3
R5
R6
C5
ECC 85
C1
F.M
C.I

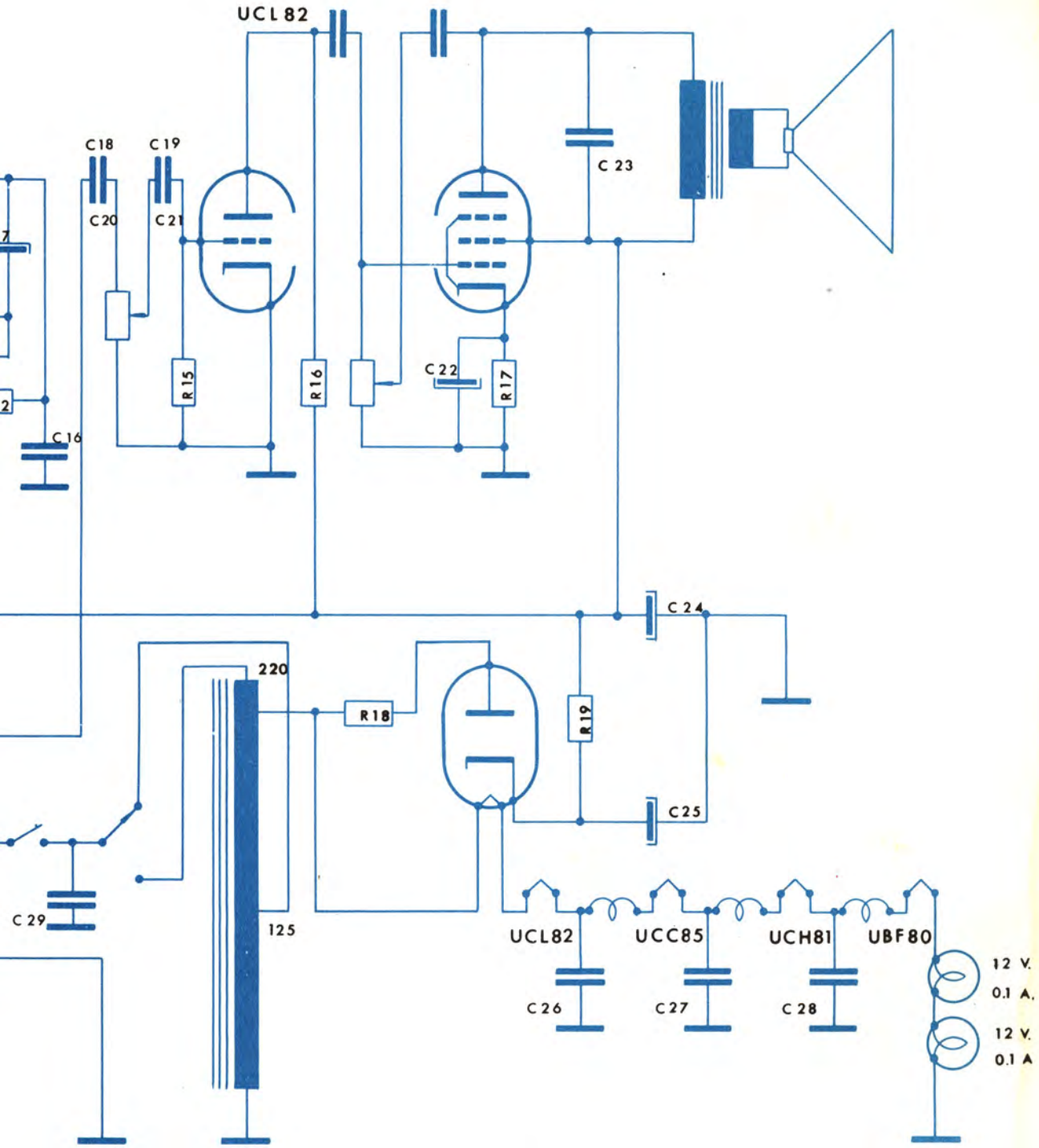

EBF 80
6AL 5
EM 84
R4
C4
R5
C5
R6
C6
C7
R7
C8
R8
C9
R9
C12
C13
R11
R12
C15
C16
R13
R14
R15
C17
R16
C18
R10
R17
C19
C20
R18
R19
C22
P1
R20
C21
C14
C11
C10
C.I
C.II
N
FONO
INT



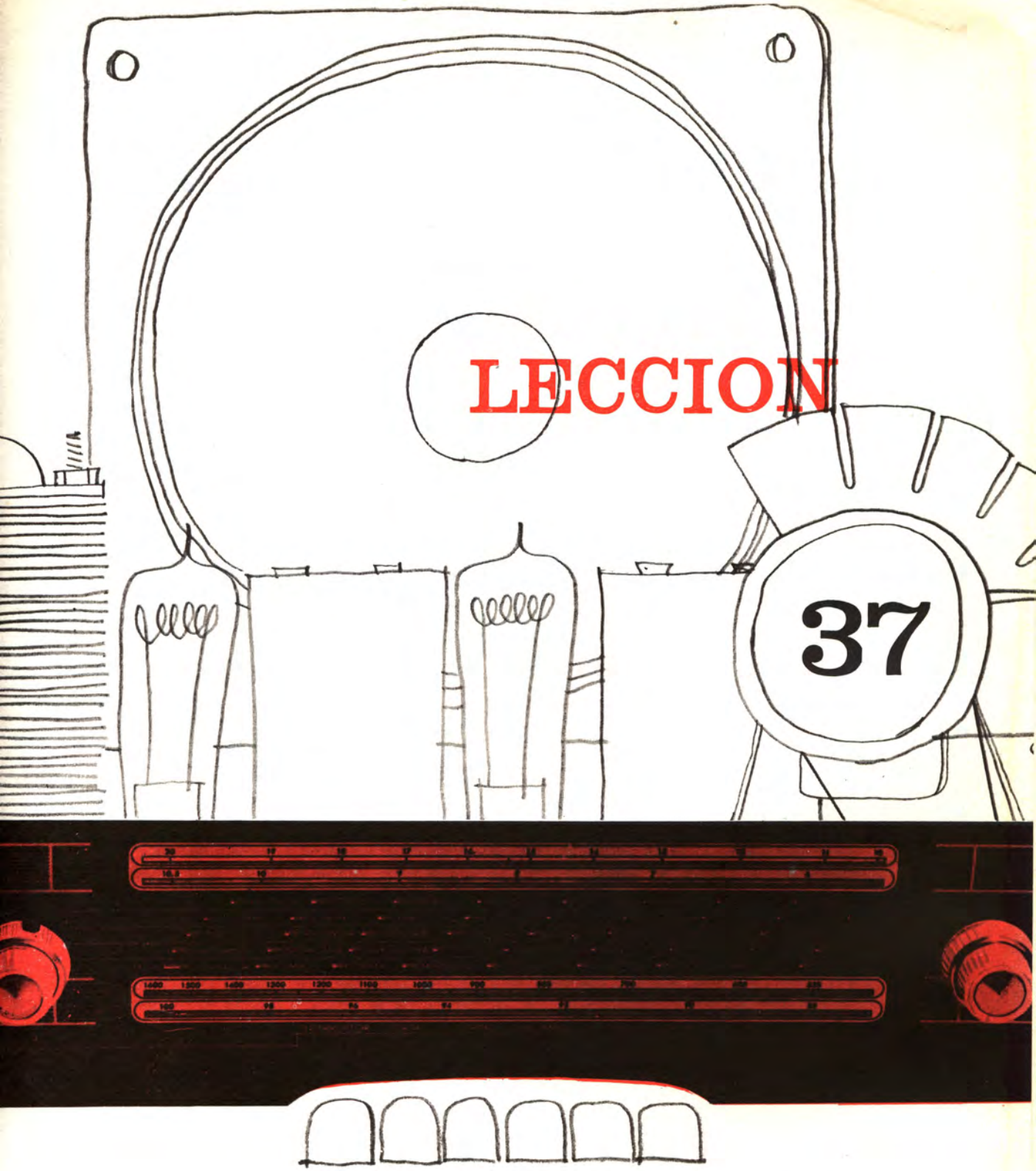
RECEPTOR MIXTO AM-FM
MODELO A


UCH81
C3
C2
UCC85
+A.T.
C6
C5
R1
R2
R3
R4
C4
C1
C8
B.a.N.
B.a.C.
B.o.N.


UBF 80
C 5
R 4
C 6
C 7
R 5
C 10
C 11
C 12
R 7
R 8
C 13
R 10
C 14
R 9
C 15
R 11
R 6
C 8
C 9
B.o.N.
B.o.C.



RECEPTOR MIXTO AM-FM
MODELO B



Receptores universales
Adaptadores para FM
Antenas y su acoplamiento

lección práctica 37

Receptores universales - Adaptadores para FM - Antenas para FM Acoplamiento entre antena y receptor Antenas interiores

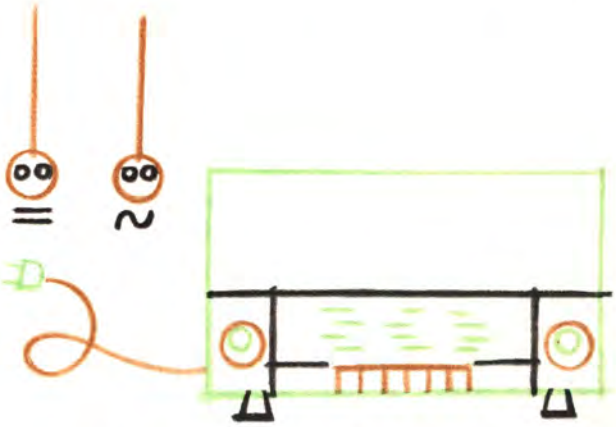
RECEPTORES UNIVERSALES

Se da este nombre a los que tanto pueden funcionar conectados a una red de corriente alterna como a una de corriente continua.

Estos receptores eran muy populares hace unos años, cuando en muchas localidades el suministro de energía eléctrica todavía se efectuaba mediante corriente continua. Hoy en día, sin embargo, la tendencia general es efectuar ese suministro mediante corriente alterna; raro es el lugar en que todavía se utiliza corriente continua.

Por ese motivo cada vez es menos necesaria la existencia de receptores que puedan funcionar con ambas clases de corriente. Sin embargo, este tipo de receptor sigue fabricándose porque, por paradójico que parezca, su funcionamiento *universal* no se consigue a costa de mayor complejidad en el montaje, sino de una simplificación con la consiguiente economía.

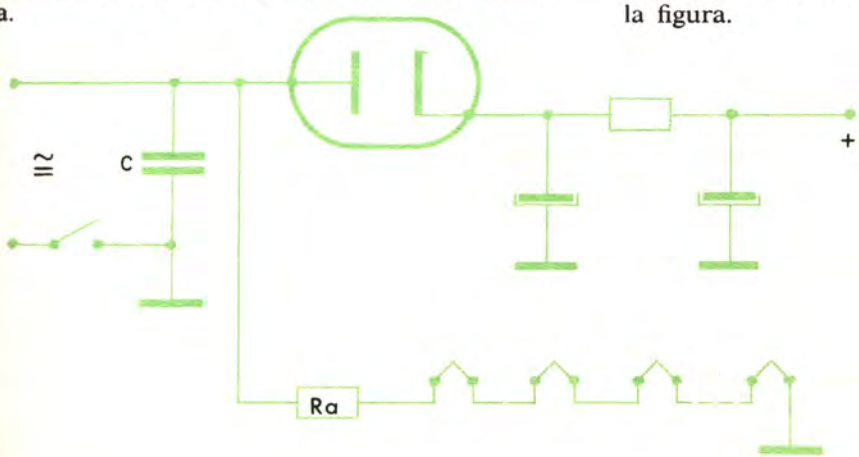
En esencia un receptor puede hacerse *universal* suprimiendo el transformador o autotransformador de la fuente de alimentación, pues es obvio que esta pieza no puede trabajar en corriente continua.



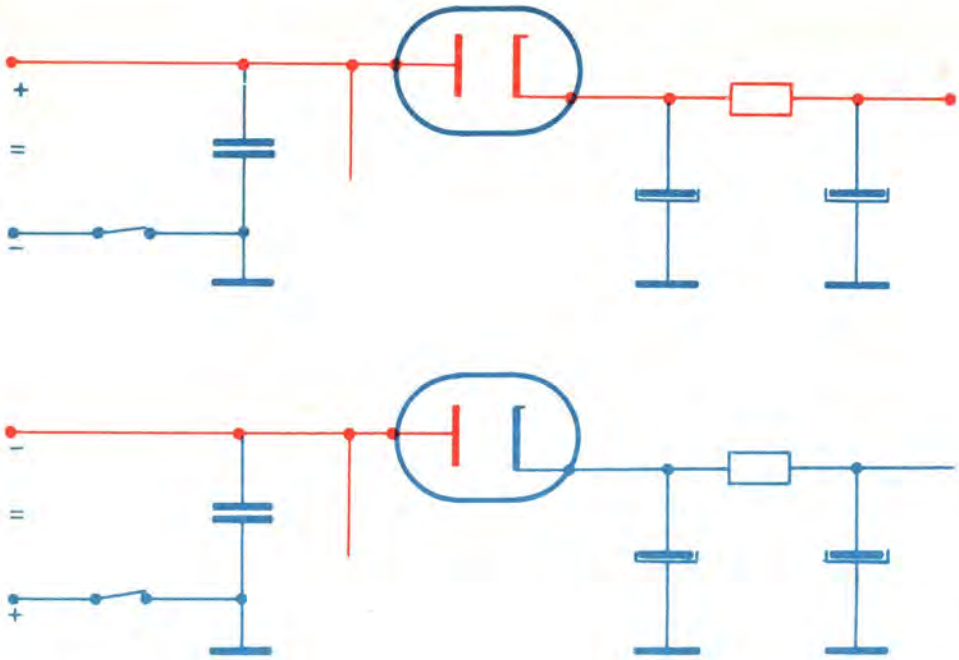
Los receptores universales pueden funcionar con corriente alterna y con corriente continua.

Estos receptores utilizan válvulas de la serie universal (precisamente de aquí viene el nombre de la serie) que, como hemos dicho en la lección anterior, se caracterizan porque la intensidad de filamento es igual en todas ellas.

El esquema básico de una fuente de alimentación para receptor universal es el que aparece en la figura.



Esquema básico de una fuente de alimentación para receptor universal.



Los receptores universales sólo funcionan en corriente continua si al enchufarlos a la red queda aplicado el positivo a la placa de la rectificadora.

Se observará que la rectificadora es monoplaca y que tanto la tensión para alimentar los filamentos como la que se rectifica se toman directamente de la red.

Es fácil comprender que esta fuente puede funcionar lo mismo en corriente alterna que en continua. En efecto, su funcionamiento en corriente alterna nos es ya conocido. En corriente continua, el receptor que esté equipado con una fuente de este tipo funciona correctamente cuando se tenga la precaución de conectarlo a la red de forma que el positivo esté aplicado a la placa de la rectificadora. Sólo de esta forma puede llegar la corriente a la sección de filtrado y alimentar las placas y pantallas de las válvulas restantes, pues sólo de esta forma conduce el diodo rectificador. Por lo contrario, si el receptor se conecta con la polaridad invertida, se encienden los filamentos pero el receptor queda mudo.

Es de advertir que la sección de filtrado es necesaria tanto si el receptor trabaja en corriente alterna como en continua, pues la corriente continua de las redes de suministro no es rigurosamente uniforme, sino que presenta un notable rizado.

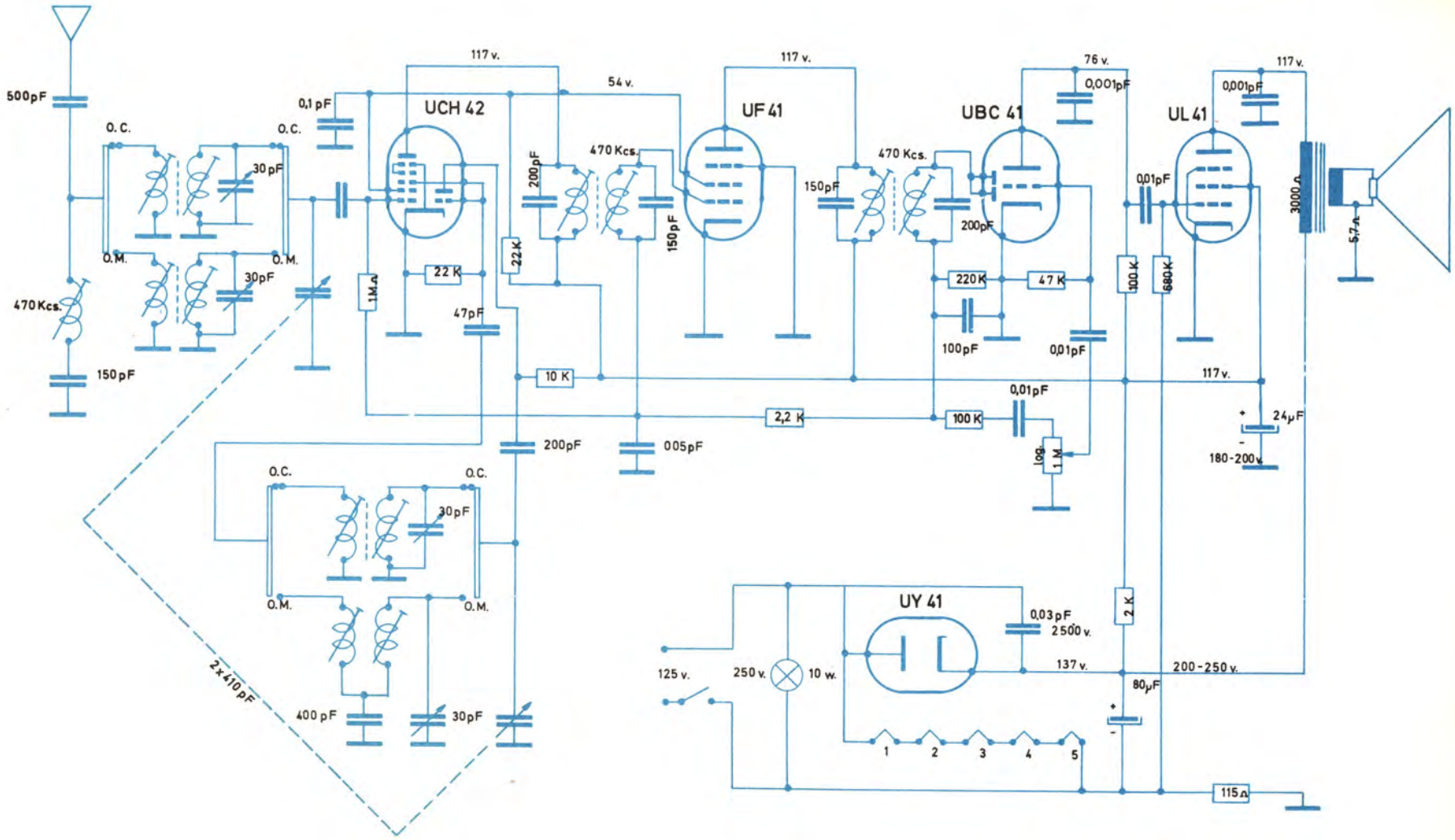
El condensador C que aparece situado a la entrada de la fuente tiene la misión, como en el caso de las fuentes de alimentación con transformador, de cortocircuitar los parásitos que se propagan por la red y que podrían alcanzar el receptor. La resistencia Ra, denominada *resistencia de absorción de filamentos,* tiene la misión de absorber la diferencia entre la tensión de la red y la necesaria para alimentar la cadena de filamentos.

Desde luego, para que la fuente de alimentación que hemos indicado funcione de modo adecuado en los dos tipos de corriente es preciso que la tensión de la red sea igual en ambos casos. Ahora bien: en corriente alterna los valores más frecuentes son 125 y 220 V; en cambio, en continua los valores normales son (o más bien eran) 110 y 150 V. Es obvio que si la resistencia de filamentos se hubiera calculado para una tensión de la red de 150 V, al conectar el receptor a 110 ó 125 V el caldeo de los filamentos sería insuficiente; en cambio al conectarlos a 220 V se fundirían por exceso de corriente.

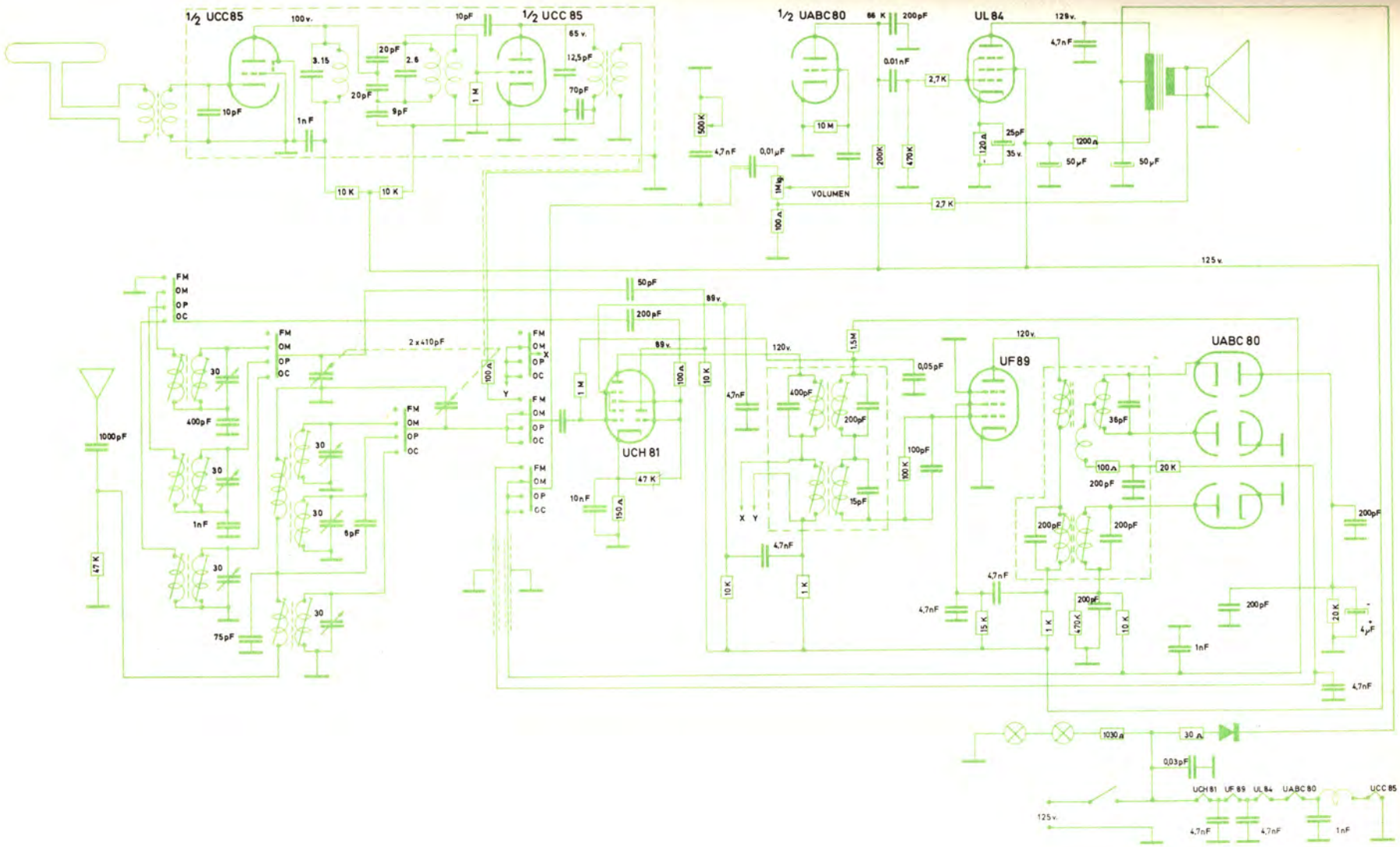
Para eliminar estos inconvenientes, la resistencia de absorción, que es del tipo bobinado, está provista de tomas intermedias que mediante un conmutador ajustan su valor de forma que el funcionamiento sea correcto con cualquier tensión de suministro.

No es indiferente el orden en que se conectan los filamentos, pues de no seguir un orden correcto pueden originarse zumbidos de 50 c/s en el altavoz, zumbido que se transmite desde el filamento al cátodo de las válvulas a través de la capacidad existente entre estos elementos. La causa es que la d.d.p. existente entre ellos es mayor en los receptores universales que en los de alterna; por ello se recomienda situar la válvula detectora (que es la más sensible al zumbido) al final de la cadena de filamentos, pues así la d.d.p. mencionada es mínima en esa válvula.

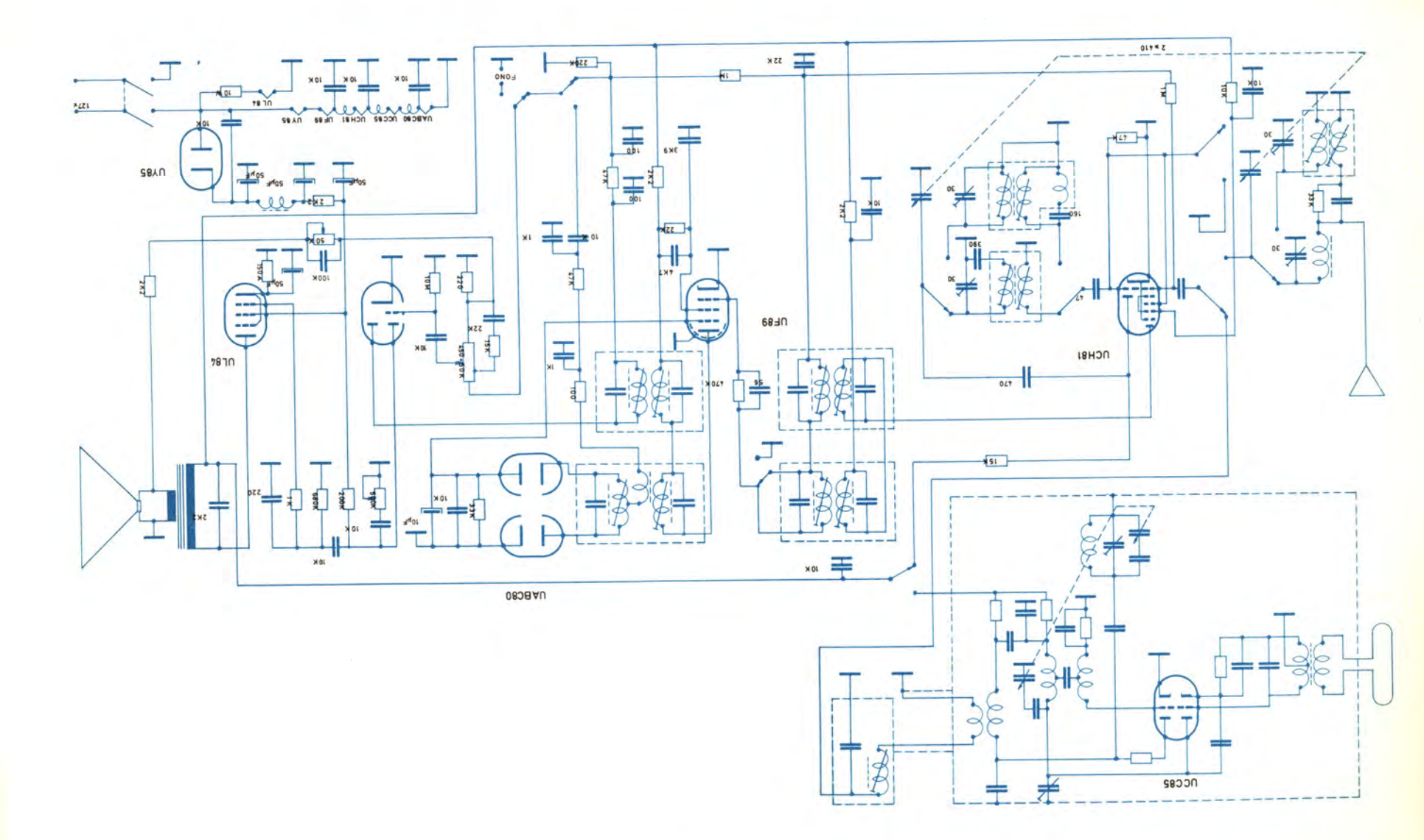
Según el número de válvulas empleadas en el



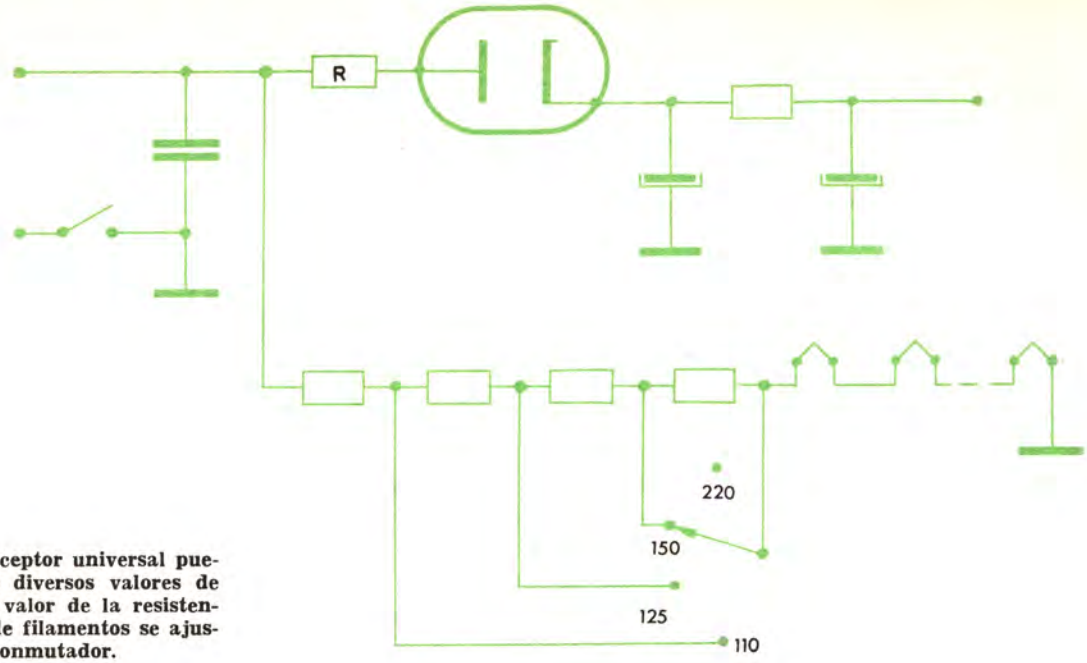
Superheterodino universal de AM. Es de notar la gran simplicidad del circuito. Este esquema corresponde a un modelo comercial.



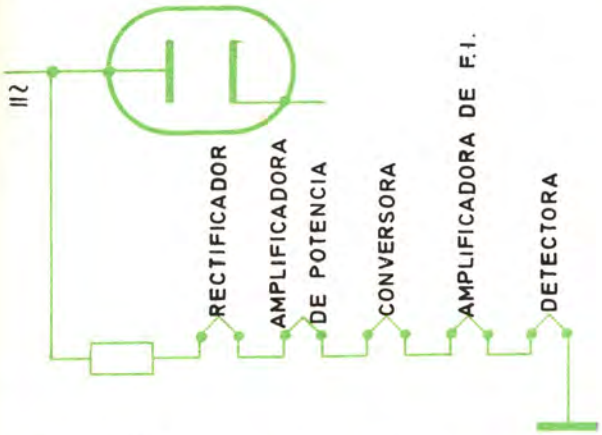
Superheterodino universal mixto AM-FM. Como rectificador utiliza uno de placas de selenio. Advierta la particular constitución del transformador de salida. Mediante una resistencia de 1000 Ω se alimentan dos pilotos de 12 V 0'1 A. Este esquema corresponde a un modelo comercial.



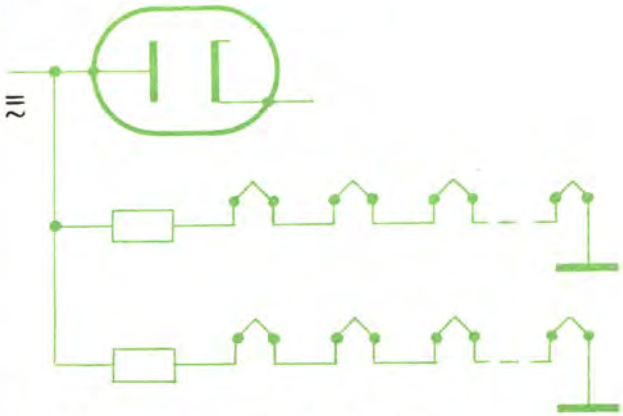
Receptor universal mixto AM-FM. Observar que las válvulas se han agrupado en dos cadenas. Observe que en este caso la sección de filtrado es muy elaborada.



A fin de que el receptor universal pueda funcionar con diversos valores de tensión de red el valor de la resistencia de absorción de filamentos se ajusta mediante un conmutador.



Es aconsejable conectar los filamentos de las válvulas en este orden a fin de evitar zumbidos.



Cuando la tensión requerida para alimentar todos los filamentos en serie sea mayor que la que proporciona la red se distribuyen las válvulas en dos cadenas.

receptor, puede ocurrir que la tensión requerida para alimentar a todos los filamentos en serie sea superior a la proporcionada por la red. En estas circunstancias se hace necesario agrupar las válvulas en dos cadenas, de forma que la tensión requerida para alimentar a los dos sea inferior o igual a la de la red.

La alta tensión obtenida en este tipo de fuente de alimentación depende, claro está, de la tensión de entrada. Por lo general es más baja que la obtenida en los receptores provistos de transformador o autotransformador, y por ello también menor es la potencia que puede proporcionar el amplificador de B.F. En general, no sólo las características de los filamentos, sino también las restantes características eléctricas son distintas en estos receptores a fin de conseguir un buen rendimiento a pesar del valor más reducido de la alta tensión.

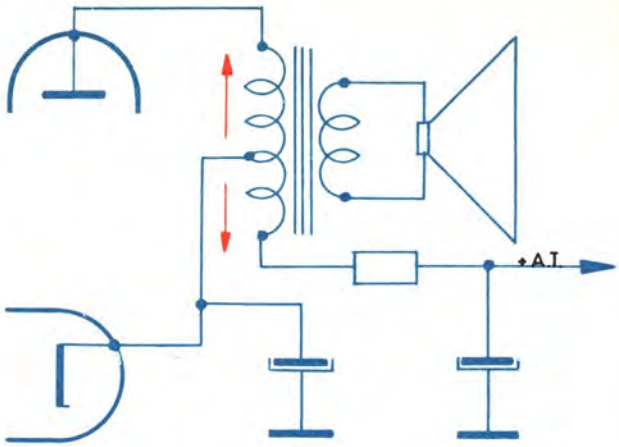
Para evitar en lo posible la caída de tensión que se produce en la resistencia de filtrado, es aconsejable sustituirla por una autoinducción, la cual tiene la ventaja de eliminar el rizado de la corriente rectificadora y en cambio deja libre el camino a la componente continua.

Desde luego, esa autoinducción, comúnmente llamada *self de filtro*, es más cara que la resistencia correspondiente. Para evitar ese gasto suplementario algunos fabricantes acuden a un ingenioso artificio: modifican el transformador de salida, a cuyo primario se le provee de una toma intermedia. El transformador se conecta como indica la figura.

Como se ve, las dos mitades son recorridas, en sentido contrario, una por la corriente que alimenta la placa del pentodo de salida y otra por la corriente que alimenta las restantes válvulas del receptor. A pesar de que las dos corrientes presentan un fuerte rizado, dado que los flujos producidos en el núcleo del transformador son de sentido contrario y se anulan mutuamente, en el secundario no aparece tensión de zumbido.

Para que el equilibrio tenga lugar debe pensarse que la intensidad de las corrientes mencionadas no es igual, por cuyo motivo tampoco es igual el número es espiras de las dos mitades del primario del transformador a que nos referimos. En definitiva: este tipo de transformador sólo sirve para el modelo de receptor para el cual haya sido calculado.

Estas fuentes de alimentación universales pueden aplicarse lo mismo a los receptores mixtos (AM-FM) que a los receptores previstos únicamente para la recepción en AM o FM, con la única diferencia de que en los receptores mixtos y en los de FM es preciso desacoplar la cadena de filamentos, tal como se indicó en el modelo B descrito en la lección anterior y como se indica también en los esquemas que acompañan esta explicación.



He aquí una disposición que frecuentemente se emplea para evitar el uso de una autoinducción de filtro.

Aunque ya hemos dicho que quedan muy pocos lugares donde todavía se emplee la corriente continua, no hemos querido pasar por alto las particularidades de los receptores universales, pues siguen todavía fabricándose en virtud de la economía que representa poder prescindir del transformador.

ADAPTADORES PARA FM

Son muchos los receptores, fabricados antes de la actual difusión de las emisiones en FM, que sólo están preparados para la recepción de señales de AM. Si sus propietarios desean captar esas emisiones pueden hacerlo, con gasto relativamente módico, completando su receptor con lo que se llama un adaptador para FM.

Tal adaptador no es más que un receptor de FM desprovisto de amplificador de B.F., pues para esa función se utiliza el amplificador del receptor de AM.

Los adaptadores suelen llevar incorporada su fuente de alimentación; pero si se tiene en cuenta que la mayor parte de la corriente la consume pre-

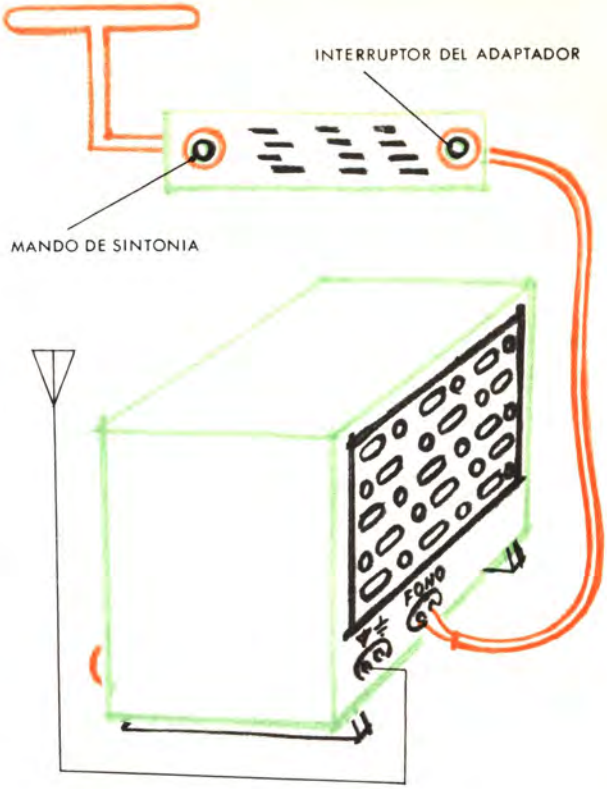
Aspecto exterior de un adaptador para FM (Espacial-Kit).

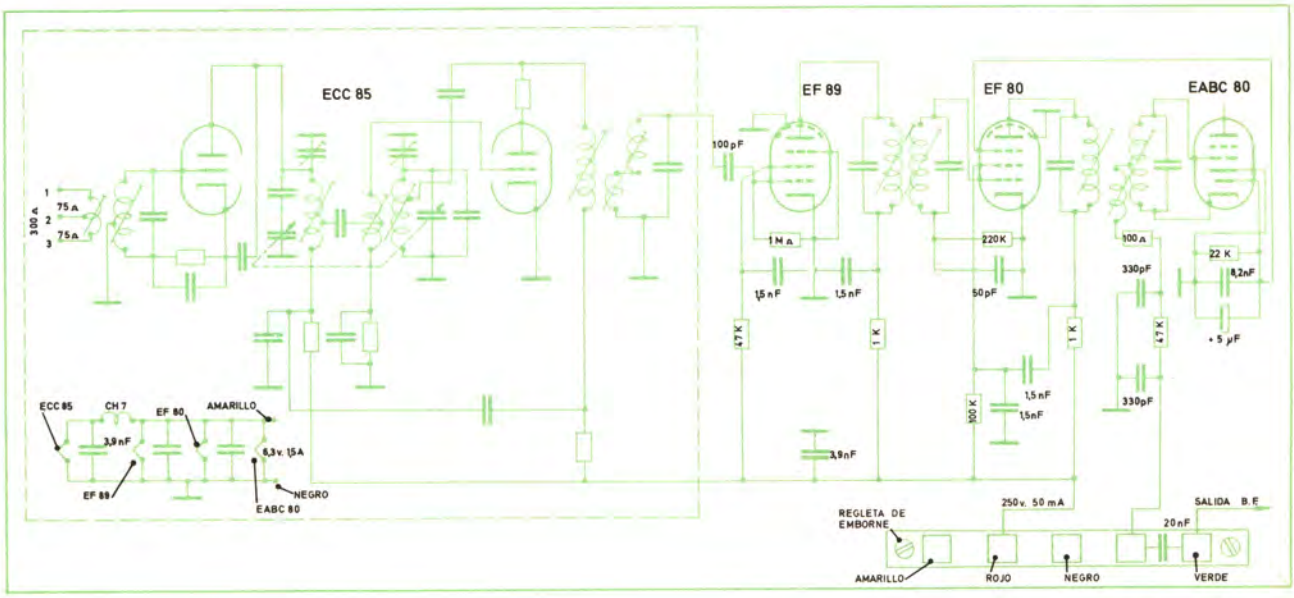
cisamente el amplificador de B.F., esa fuente puede ser pequeña en tamaño y de precio módico. La apariencia exterior de estos adaptadores es la de un pequeño receptor, como puede comprobar en las ilustraciones.

La forma de acoplar estos dispositivos a los receptores de AM queda indicada en la figura. La señal de salida del adaptador, que es la que procede del detector FM, se aplica mediante un cable apantallado a la clavija de fono del receptor, y las señales pueden entonces escucharse a través del altavoz.

Si el receptor está provisto de botonera o conmutador rotativo con la posición de fono, pasar de la escucha de AM a FM es una operación muy cómoda; basta con situar el conmutador en la posición fono. En caso contrario, cuando no se dispone de conmutador, es preciso situar primero el mando de sintonía del receptor de AM en una posición en que no se capte señal alguna, y a continuación conectar el adaptador al receptor.

Añadimos el esquema de un adaptador comercial de FM, en el que podrá comprobar que se trata realmente de un receptor de FM desprovisto de las etapas de B.F.





Esquema de un adaptador de FM (Huguet).

ANTENAS PARA FM

Seguramente le habrá llamado la atención el símbolo diferente que hemos empleado para representar las antenas de FM. No es igual que el símbolo empleado para las de AM. De hecho no sólo los símbolos, sino también la apariencia real de esas antenas, son notablemente diferentes.

Es preciso advertir, sin embargo, que su diferente constitución no es debida a que su misión sea distinta (en los dos casos consiste en captar las ondas electromagnéticas) ni a que en un caso la modulación de las señales sea de amplitud y en el otro de frecuencia; la razón estriba únicamente en el valor muy distinto de las frecuencias a que han de trabajar.

De las antenas puede decirse, como de los transformadores, que la sencillez de su constitución no está ni mucho menos en correspondencia con un principio de funcionamiento sencillo. Comprender cómo la situación, el tamaño y la disposición de sus diversos elementos influyen en el funcionamiento de una antena requiere una serie de conocimientos acerca de la propagación de las ondas electromagnéticas en el espacio y en los conductores que sería demasiado laborioso exponer aquí.

Dado que la importancia de la antena es mayor en los receptores de imágenes que en los de sonido, dejaremos para las lecciones de TV la exposición detallada del principio de su funcionamiento, ya que entonces estaremos en mejores condiciones para entenderlo. Aquí nos limitaremos a exponer nociones elementales y consideraciones de orden práctico sobre la naturaleza, tipos y acoplamiento de estas antenas.

LA ANTENA PUEDE CONSIDERARSE COMO UN GENERADOR

Desde el punto de vista de la recepción, una antena puede considerarse como un generador. Por tanto está caracterizada por su *f.e.m.* y su *resistencia interna*, si bien, debido a que este último factor depende de la frecuencia a que trabaja la antena, es más correcto hablar de *impedancia interna* o simplemente *impedancia de la antena*.

La f.e.m. de una antena, en definitiva, no es más que una medida de la cantidad de energía electromagnética que capta; y no sólo depende de la intensidad de las ondas electromagnéticas que lleguen a ella, sino también de su propia constitución.

Si de dos antenas situadas en un mismo lugar, y a las que por tanto llegan las ondas electromagnéticas con igual intensidad, una capta más energía que otra, la primera tiene mayor f.e.m. Ahora bien; tratándose de antenas, y por razones que ya veremos en el capítulo consagrado al tema en las lecciones de TV, se prefiere decir que la primera tiene mayor ganancia que la segunda.

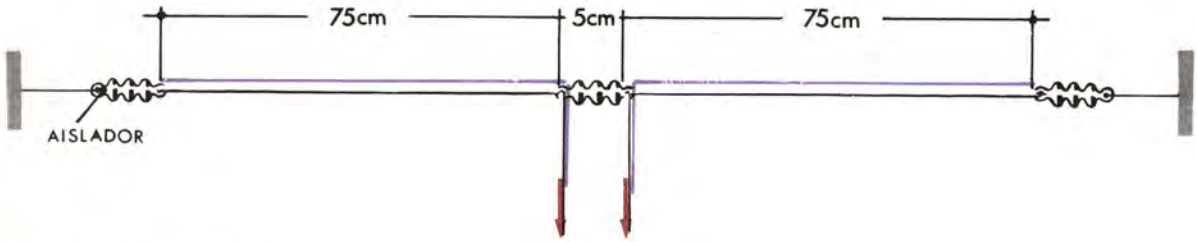
En definitiva: consideramos como datos característicos de una antena la *ganancia* y la *impedancia;* sin olvidar, además, que estos factores se especifican para una frecuencia de trabajo determinada.

EL DIPOLO SIMPLE

La antena más sencilla que puede utilizarse para la recepción de señales con frecuencias del orden de los 100 Mc/s en que se efectúan las emisiones en FM es el dipolo simple. Consiste en dos conductores puestos uno a continuación de otro y separados mediante un aislador por una distancia de unos 5 cm.

Estos conductores, que reciben el nombre de *brazos del dipolo*, deben tener una longitud cuyo valor depende de la frecuencia, pero que para la gama de 87 a 100 Mc/s en que tienen lugar las emisiones en FM puede estimarse en unos 75 cm.

La señal, para ser llevada al receptor, se recoge de los extremos próximos de los brazos del dipolo. Los otros dos extremos se fijan mediante aisladores a dos puntos de anclaje convenientes

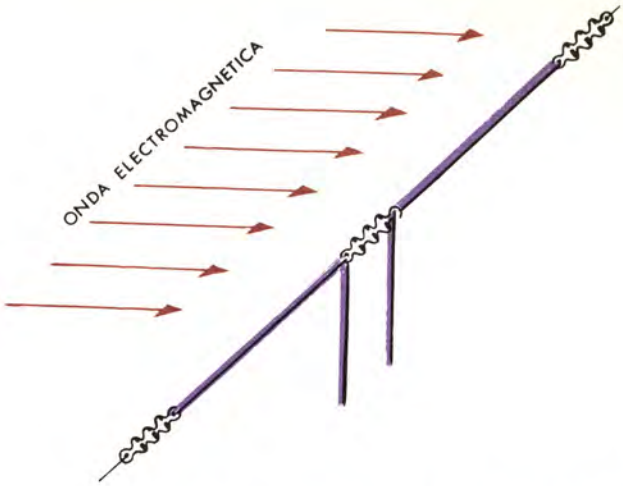


El dipolo simple ($Z = 75\ \Omega$).

que mantienen horizontal el dipolo y a una altura lo mayor posible.

La impedancia de este tipo de antena es de Z = 75 Ω. La energía que capta es máxima cuando se orienta de forma que la señal a recibir incida perpendicularmente sobre ella.

El clásico sistema antena-tierra que hemos descrito en las primeras lecciones no es más que una derivación del dipolo simple, en que se ha sustituido uno de los brazos por el suelo.



La sensibilidad del dipolo es máxima cuando la señal incide perpendicularmente.

EL DIPOLO PLEGADO

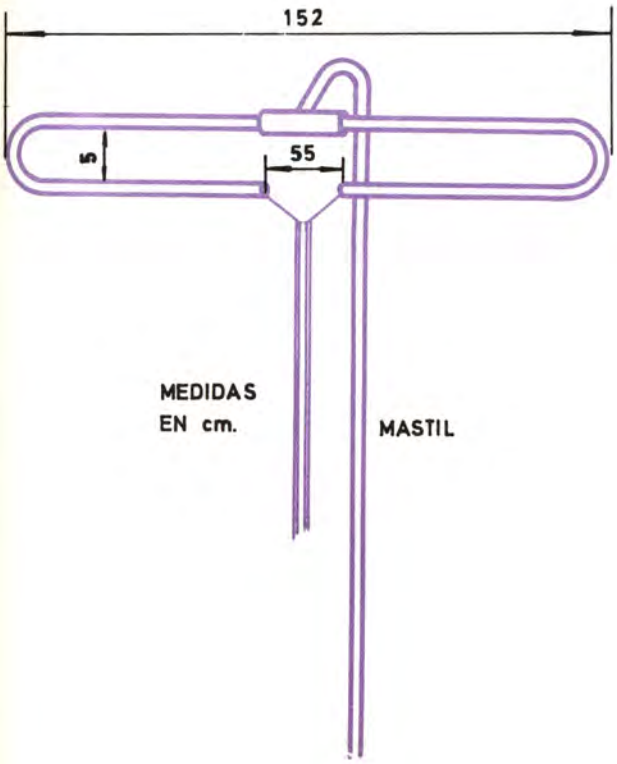
En esta antena los conductores se doblan hacia arriba y forman un bucle cerrado, tal como puede observarse en la figura. Tiene sobre el dipolo simple la ventaja de poder fijarse mediante un mástil metálico en lugar de requerir dos puntos de fijación. Para formar el bucle del dipolo se recomienda utilizar tubo de aluminio, pues así se consigue un conjunto de poco peso y que además no se deteriora a pesar de estar a la intemperie.

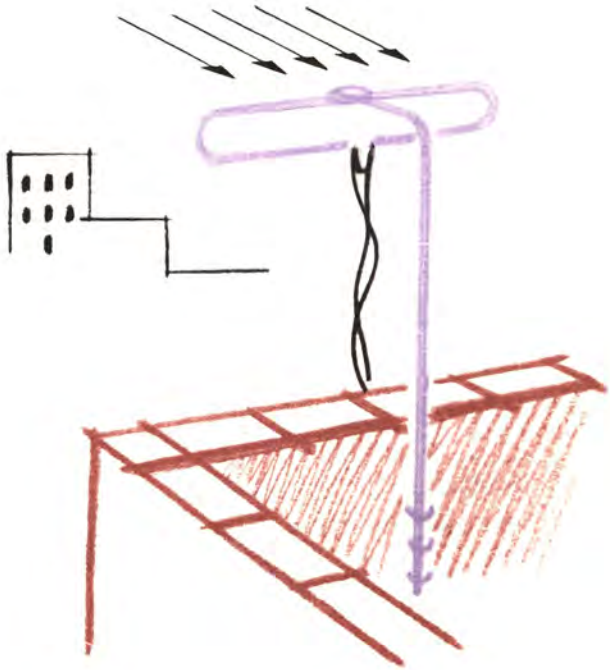
La unión entre el mástil y el dipolo no precisa estar aislada eléctricamente.

Al observar el aspecto de esta antena el lector habrá comprendido que el símbolo utilizado en las lecciones anteriores corresponde precisamente al dipolo plegado.

La ganancia de esta antena es igual que la del dipolo simple; en cambio su impedancia es de Z = 300 Ω. En la figura se indican las dimensiones del dipolo.

La sensibilidad de esta antena es máxima para las señales que inciden perpendicularmente al plano del dipolo.





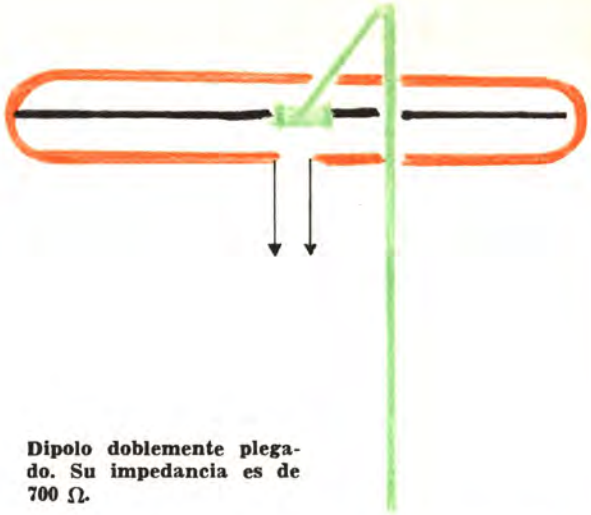
La sensibilidad del dipolo plegado es máxima para las ondas que llegan perpendicularmente al plano del dipolo.

DIPOLO DOBLEMENTE PLEGADO

Como puede observarse en la figura, se trata de un derivado del dipolo plegado. Exceptuando las dimensiones, sólo se diferencia del anterior en que se ha añadido un nuevo conductor recto unido eléctricamente a los codos del dipolo.

La antena se fija al mástil por el centro de este nuevo conductor.

La impedancia de este tipo de antena es de Z = 700 Ω.



Dipolo doblemente plegado. Su impedancia es de 700 Ω.

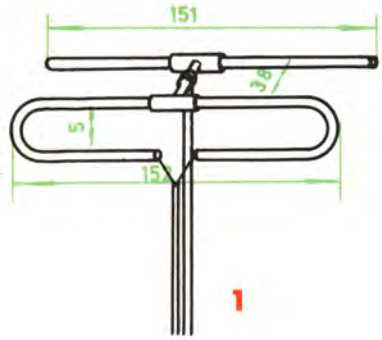
ANTENAS CON ELEMENTOS PARASITOS

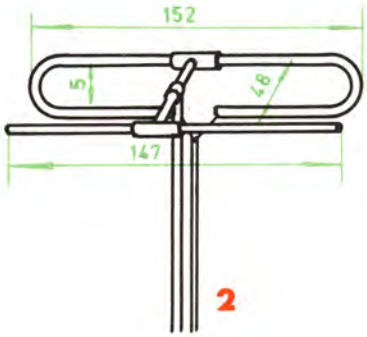
A los dipolos doble o simplemente plegados se les puede añadir conductores rectos horizontales situados a uno u otro lado del plano del dipolo. Esos conductores reciben el nombre de *elementos parásitos* y aumentan la ganancia de la antena que los posee.

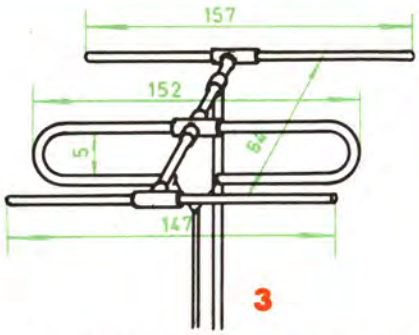
Los elementos parásitos se fijan al mástil por su parte central mediante un tubo metálico. Es de advertir que el aumento de sensibilidad se consigue, precisamente, sólo para las señales que llegan a la antena en la dirección determinada por este tubo de sustentación.

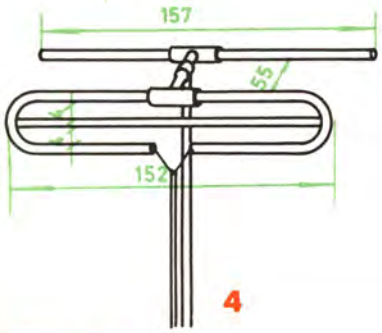
El elemento que queda intercalado entre la emisora y el dipolo recibe el nombre de *director;* y el situado en la parte posterior se denomina *reflector*.

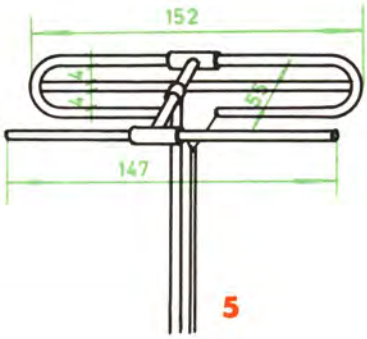
Las figuras que acompañan muestran diversas conbinaciones que pueden hacerse. Allí quedan también anotadas las dimensiones, la impedancia y la ganancia que se obtiene en cada una de ellas.











MEDIDAS EN cm.

1.—Dipolo simplemente plegado con un elemento reflector. Su ganancia es 3'5 veces mayor que la del dipolo simple. Su impedancia es Z = 75 Ω.

2.—Dipolo simplemente plegado con elemento director. Ganancia 3'5 veces la del dipolo simple. Impedancia 75 Ω.

3.—Dipolo simplemente plegado con elementos director y reflector. Ganancia 6 veces la del dipolo simple. Impedancia 75 Ω.

4.—Dipolo doblemente plegado con elemento reflector. Ganancia 3'5 veces la del dipolo simple. Impedancia 300 Ω.

5.—Dipolo doblemente plegado con elemento director. Ganancia 3'5 veces la del dipolo simple. Inpedancia 300 Ω.

ACOPLAMIENTO ENTRE LA ANTENA Y EL RECEPTOR

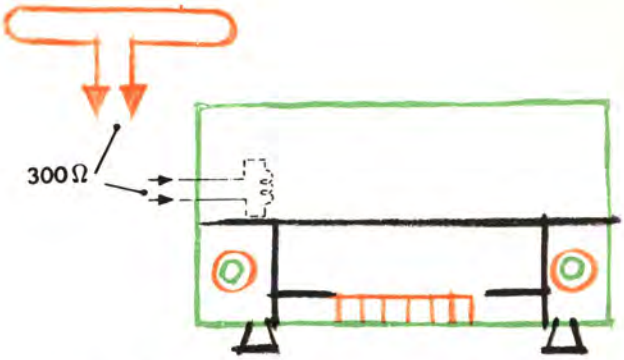
No basta con montar una antena de gran ganancia y situarla en un sitio alto y despejado para que capte una gran cantidad de energía electromagnética; también es fundamental transferir esta energía al receptor.

Ya hemos dicho, al principio, que una antena puede consedirarse como un generador; y por lo estudiado en la lección 18 sabemos que la condición precisa para que un generador transfiera la máxima cantidad de energía a un receptor es que la impedancia interna del generador sea igual a la de entrada del receptor.

En aquella lección el generador considerado era una pila y el receptor una simple resistencia; pero las conclusiones son válidas para cualquier tipo de generador de energía eléctrica y para cualquier tipo de receptor.

La máxima transferencia de energía entre antena y receptor tiene lugar cuando la impedancia de entrada del receptor es igual a la impedancia de antena.

La entrada de la señal al receptor se realiza a través de un transformador de acoplamiento, como podrá comprobar repasando la descripción del sintonizador de FM que hemos dado en una lección anterior. Mediante este transformador se puede adaptar la impedancia de entrada del receptor a la de la antena, que en la generalidad de los casos es de 300 Ω o de 75 Ω.



A fin de transferir la máxima cantidad de energía de la antena al receptor es preciso que la impedancia de la primera sea igual a la de entrada del receptor.

LA LINEA DE TRANSMISION

Evidentemente, y puesto que antena y receptor están situados en lugares distintos, es preciso transportar la energía de la primera al segundo; de ello se encarga la línea de transmisión.

En esencia una línea de transmisión no es más que un par de conductores separados por un medio aislante.

La realización práctica de estas líneas depende de la impedancia de la antena utilizada. Así, para impedancias de 300 Ω se utiliza la llamada *cinta amphenol*, que es una cinta de materia aislante por cuyos bordes discurren los conductores. En cambio, para impedancias de 75 Ω suelen utilizarse como líneas cables coaxiales en que uno de los conductores rodea al otro.

El empleo de una línea no adecuada a la impedancia de antena tiene como consecuencia la pérdida de gran parte de la energía captada por la antena. El porqué de este hecho quedará aclarado también en las lecciones de TV.

He aquí el aspecto de una línea de 300 Ω y otra de 75 Ω.

ANTENAS INTERIORES

Cuando las señales llegan con mucha intensidad al lugar de recepción puede ahorrarse el gasto de la compra e instalación de una antena exterior como las descritas y utilizar, en su lugar, una antena interior, de las que se encuentran muchos modelos en el mercado, casi todas derivadas del dipolo simple o plegado.

Una de las más utilizadas es la llamada antena de cuernos, que no es más que un dipolo simple en que los brazos no están horizontales, sino más o menos inclinados.

En este tipo de antena los brazos están constituidos por tubos extensibles a voluntad y fijados a una base aislante mediante sendas rótulas, con lo que el ángulo que forman también puede variarse.

Por otra parte, y sin más que mover la base, la antena puede orientarse en una dirección u otra.

Tanteando estos diversos factores puede llegarse a conseguir una buena recepción, si bien este tipo de antena nunca tiene la efectividad de una buena antena exterior.

NUESTRA ENHORABUENA

Usted la merece y nosotros se la damos con verdadera satisfacción. Ha llegado el momento de decirle: lector amigo, si ha captado todas las enseñanzas que encierran las treinta y siete lecciones que lleva estudiadas, está usted en posesión de cuantos conocimientos pueden exigirse a un buen RADIOTÉCNICO.

El conocimiento de la radio, además, es la antesala para la especialización en otras ramas de la electrónica. Por ello estamos seguros de que sus anhelos no mueren aquí, sino que este gusanillo de la curiosidad que todos llevamos dentro está ya trabajando en su interior para convencerle de que vale la pena seguir adelante: la teoría y la práctica del transistor, de la alta fidelidad y de la TV le esperan para mostrarle nuevos horizontes.

Antena interior para FM y TV

APENDICE

REALIZACIONES PRACTICAS

lección práctica 372

Montaje de un superheterodino AM - FM
Primera etapa: circuito de B.F.

INTRODUCCION

Con este capítulo empezamos la descripción detallada del montaje de un receptor de alta calidad, con el deseo de que a su término pueda decir que la radio ha dejado de tener secretos para usted.

De lo ambicioso de este montaje puede dar idea la lista de características que siguen:

Siete válvulas, más ojo mágico. Estas válvulas, son:

- EZ81 como rectificadora.
- EL84 como etapa de potencia (salida de B.F.).
- ECC82 como preamplificadora de B.F.
- 6AL5 como detectora de FM.
- EBF80 como detectora de AM y amplificadora de F.I.
- ECH81 como conversora y amplificadora de F.I.
- ECC85 como conversora y amplificadora de A.F.
- EM84 como indicador de sintonía (ojo mágico).

La puesta en marcha y cambios de onda se efectúan por medio de las seis teclas siguientes:

1. Onda normal: 500 a 1600 Kc.
2. Onda corta I: 6,5 a 10 Mc.
3. Onda corta II: 10 a 18 Mc.
4. Frecuencia modulada: 84 a 104 Mc.
5. Fono.
6. Interruptor.

Este receptor lleva control independiente de graves y agudos con dos altavoces: uno de 8" (graves) y otro de 4 1/2" (agudos). La potencia aproximada de salida es de 6 W.

Como puede ver, se trata de un receptor de gran envergadura.

Estamos convencidos de que su actual preparación le capacita para montar con éxito no sólo este receptor, sino cualquier otro que usted se proponga alambrar.

El esquema del receptor que le proponemos estudiar se encuentra en la lámina plegable inserta en estas páginas. Véalo, por favor, puesto que conoce la mayoría de sus etapas. Concretamente, le falta conocer lo que hace referencia a la FM y que irá descubriendo por medio de las lecciones que está estudiando.

EL CHASIS

¿Cómo será el chasis que conviene a nuestro montaje?

La verdad es que en cualquier comercio especializado pueden ofrecerle no sólo uno, sino varios modelos de chasis comerciales que se adaptan a un receptor de las características del que aquí nos ocupa, y que en definitiva es un receptor comercial de alta calidad.

Estos chasis pueden diferir en cuestiones de detalle (en el sistema de arrastre del tándem y en el indicador de sintonía, por ejemplo); pero todos serán chasis de dimensiones mas bien generosas, preparados para ubicar una botonera de seis teclas y el sintonizador de FM amén de las

Este es nuestro chasis.

demás etapas comunes a todos los receptores mixtos.

En estas páginas trabajaremos con un chasis determinado, aunque sabemos perfectamente que el mismo montaje puede dar óptimos resultados aunque se escojan modelos distintos.

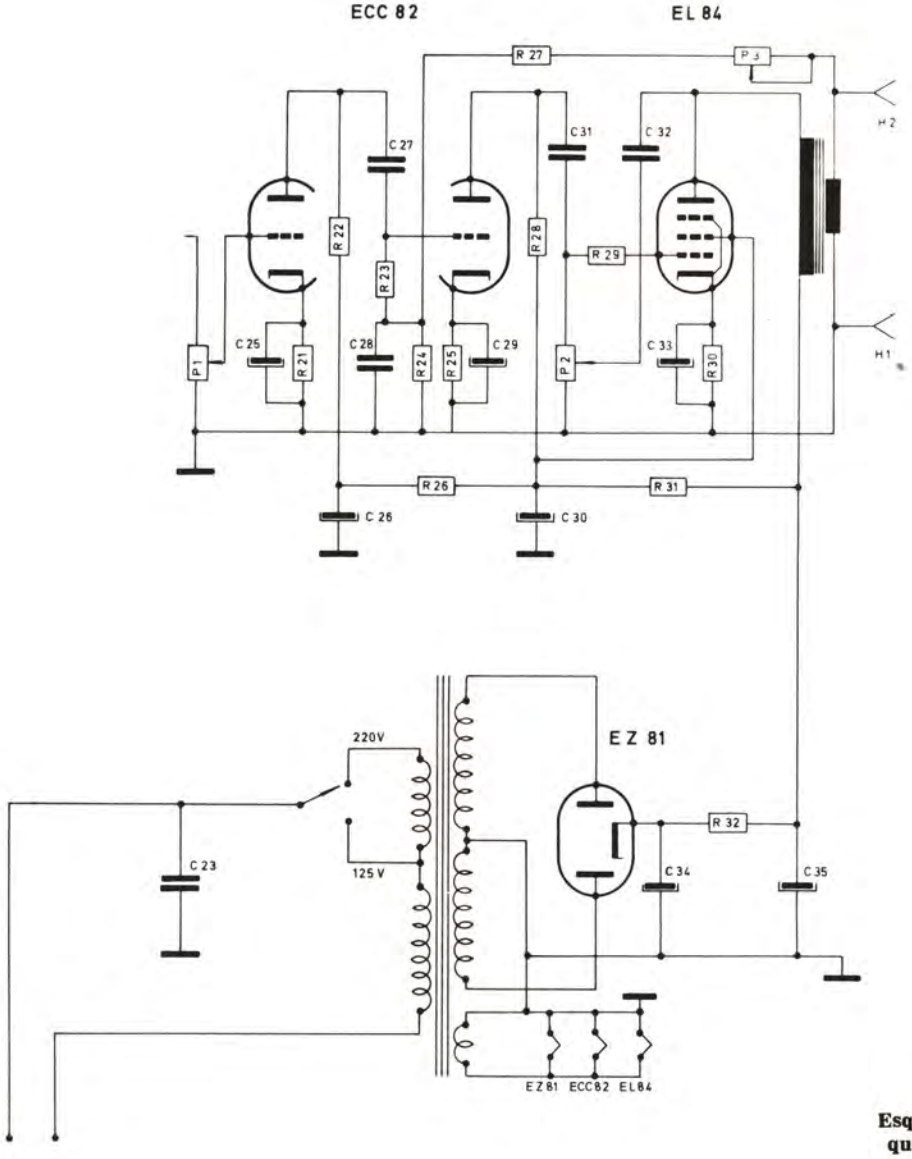
ETAPA RECTIFICADORA Y AMPLIFICADOR DE B.F.

En esta sesión de montaje nos limitaremos a dejar alambradas dos etapas conocidas: la fuente de alimentación y el amplificador de B.F.

Decimos conocidas por cuanto la fuente de alimentación es exactamente la misma que hemos utilizado a lo largo de nuestras experiencias, y porque el amplificador de B.F. es el mismo que ha estudiado en la lección 22 de nuestro Método.

Vea ahora la parte del esquema que corresponde a la baja frecuencia (rectificación, filtrado y amplificación de B.F.) y compárela con los esquemas correspondientes a la fuente de alimentación y al antedicho amplificador, viejos amigos nuestros.

Usted ya comprende que el montaje de la parte de B.F. no le llevará más complicaciones que el pequeño problema que puede representar adaptar los distintos componentes a la configuración del chasis. Esto es, ni más ni menos, lo que vamos a practicar en este capítulo.



Esquema de la parte del receptor que nos proponemos alambrar.

NUESTRO CAMPO DE OPERACIONES

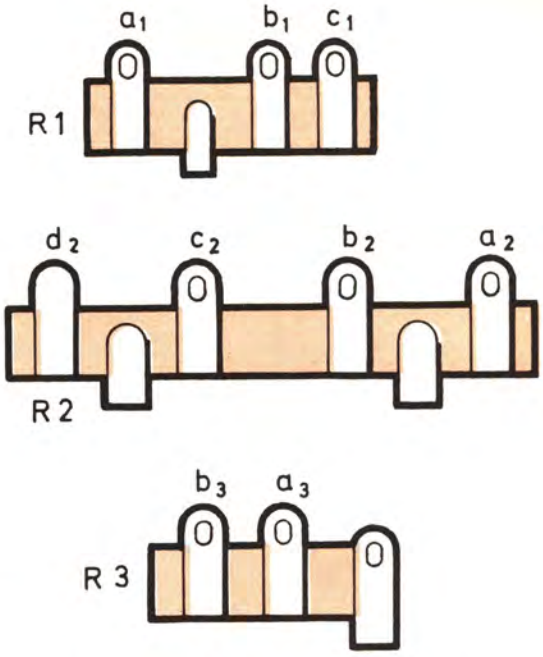
Realizaremos en la mitad izquierda del chasis esta primera parte del montaje. Como siempre, consideramos que el chasis está situado dándonos frente por su cara interior, puesto que en ella quedará situada la mayoría de los componentes del circuito.

Para reducir a un mínimo las posibilidades de error, vamos a poner una referencia a los distintos taladros y terminales donde sujetaremos componentes y conexiones.

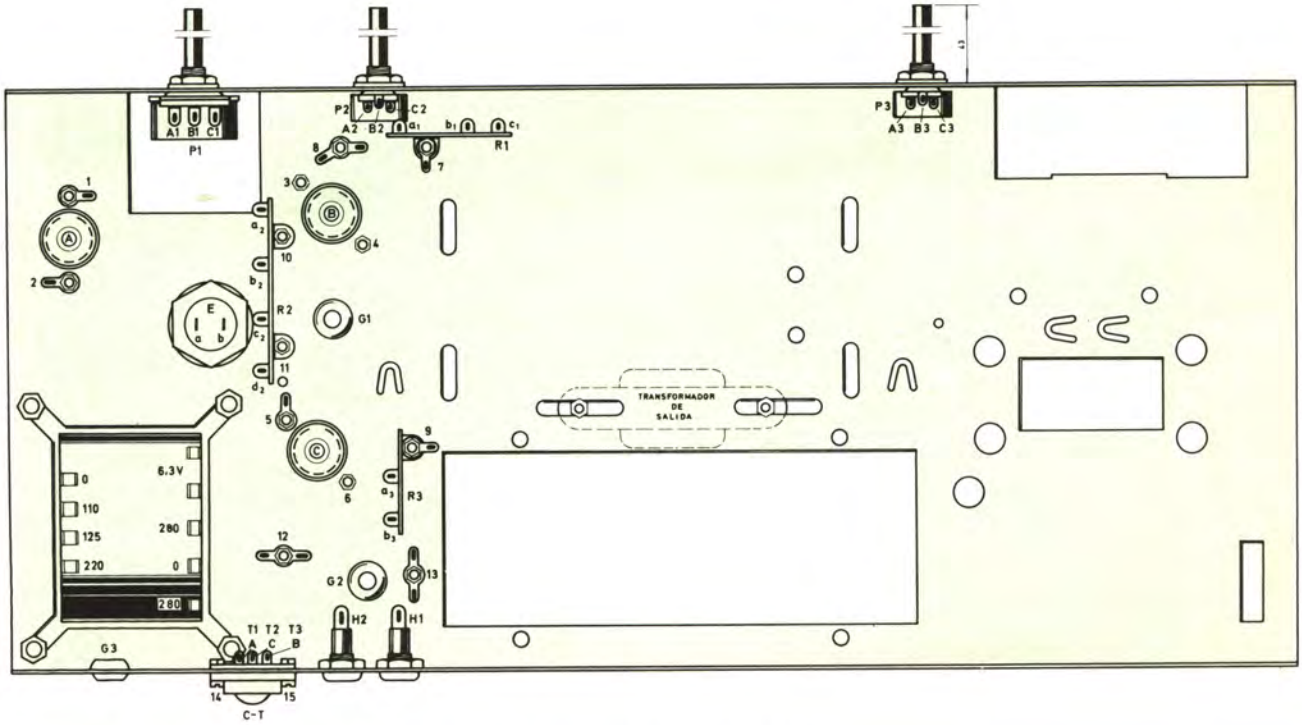
Creemos que estos montajes de índole profesional requieren, para su explicación gráfica, dibujos claros que expresen, más que una realidad fotográfica, la situación relativa de las conexiones.

Comprenda que la razón de lo que decimos está, principalmente, en las reflexiones que hemos hecho sobre la posibilidad de escoger distintos modelos de chasis.

Hagamos una plantilla dibujada con la posición relativa que guardan entre sí (en el chasis del que suponemos haber adoptado) los componentes de sujeción mecánica.



Regletas que se utilizan en el montaje.



El chasis visto por su cara interior. Hemos indicado la situación de los componentes que hemos de alambrar.
A, B, C. Zócalos noval.— E. Condensador electrolítico (16+16-500 V.).— P-1. Potenciómetro 550 K logarítmico.— P-2. Potenciómetro 500 K lineal.— Conmutador de cambio de tensión.— G_1 G_2 y G_3. Gomas para hilos.— Del 1 al 13, tornillos 1/8, 4 mm de longitud, con tuerca.— 14 y 15, tornillos 1/8, 10 mm con tuerca.— En los tornillos 1, 2, 5, 7, lengüetas de soldadura.— En los tornillos 8, 12 y 13, lengüetas dobles de soldadura.— H_1 y H_2. Hembrillas salida del altavoz.

CABLEADO

Puesto que usted conoce perfectamente las tres válvulas que intervienen en el circuito de baja frecuencia de nuestro receptor, poco es lo que debemos añadir al estudio visual del cableado que, sin duda, hará usted en el gráfico que lo representa.

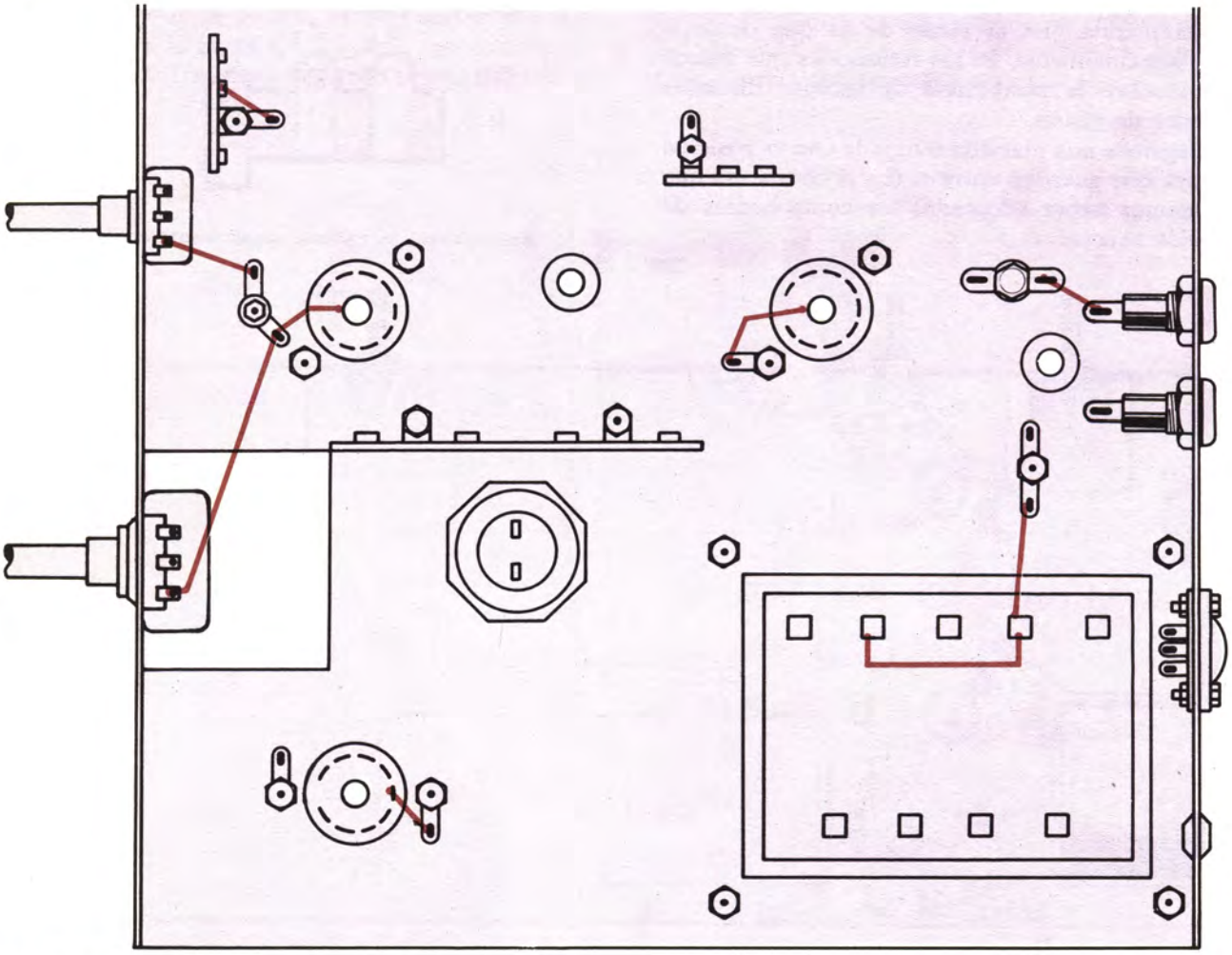
Unicamente le llamamos la atención sobre tres cuestiones:

a) Las conexiones de filamentos de la ECC82 y EL84 sin bipolares. Es decir: el retorno no se verifica por el chasis. Estas conexiones se realizan con cablecillo trenzado.

b) Observe los hilos que pasan a través de G_1; son los que van al transformador de B.F. Deben tener, a partir de la goma, una longitud de unos 25 cm.

c) Le llamamos la atención sobre la entrada de la corriente de alimentación. Es PROVISIONAL.

CONEXIONES A MASA



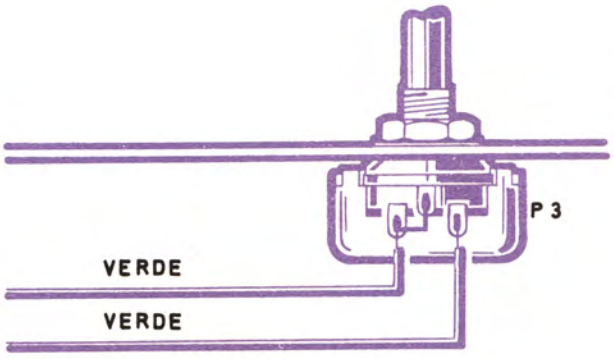
Estas son las conexiones a realizar con hilo de retención:
1.º De la patilla 5 del zócalo A, al terminal del taladro 2.
2.º Del tubo central del zócalo B, al terminal del taladro 8.
3.º Del terminal 8 al contacto A_2 del potenciómetro P-2.
4.º Del tubo central del zócalo C al terminal del taladro 5.
5.º Del terminal 8 al contacto A_1 del potenciómetro P-1.
6.º Del terminal 7, al terminal B_1 de la regleta R_1.
7.º Establecer un puente entre un terminal del secundario de 6'3 V. del transformador y la toma media (0) del secundario de 280+280 del transformador.
8.º Conectar a masa esa toma media sobre el terminal 12.
9.º De la hembrilla H_1 al terminal 13.

CABLES E HILOS DE CONEXION

Los que pasan a través de la goma G_1 van al transformador de salida. Observe un detalle: del terminal C_1 de la regleta R-1 sale un hilo cubierto con la indicación de que debe llegar al potenciómetro P-3. Asimismo va al potenciómetro P-3 un hilo procedente de la hembrilla H_2.

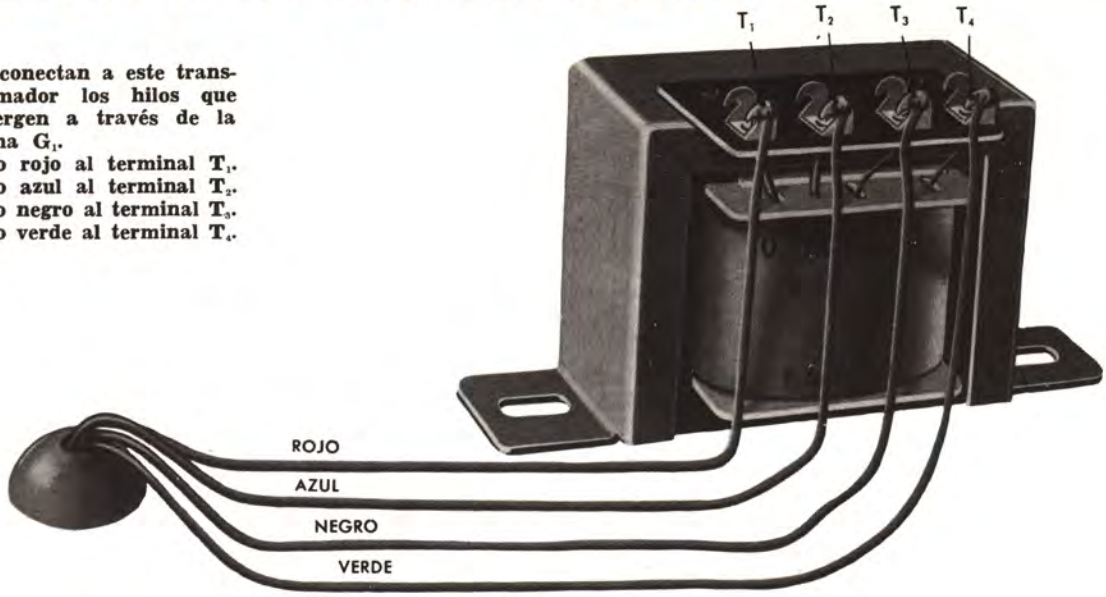
CONEXIONES AL POTENCIOMETRO P-3

Es indistinto el orden en que se conectan los hilos que llegan a él.



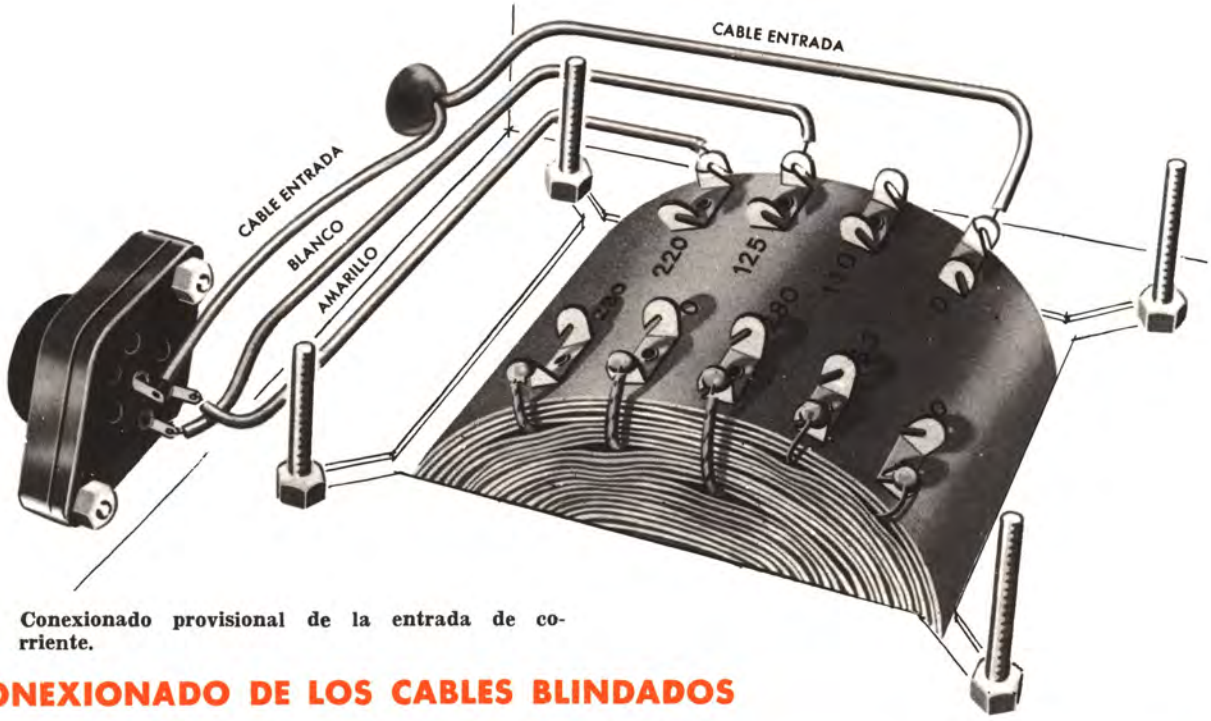
CONEXIONES AL TRANSFORMADOR DE SALIDA

Se conectan a este transformador los hilos que emergen a través de la goma G_1.
Hilo rojo al terminal T_1.
Hilo azul al terminal T_2.
Hilo negro al terminal T_3.
Hilo verde al terminal T_4.



ENTRADA DE CORRIENTE (CONEXIONES PROVISIONALES)

Si desea comprobar el funcionamiento del amplificador, practique las conexiones de entrada tal y como aparecen en este dibujo; pero tenga en cuenta que al incorporar la botonera deberá modificar estas conexiones para darles forma definitiva.



Conexionado provisional de la entrada de corriente.

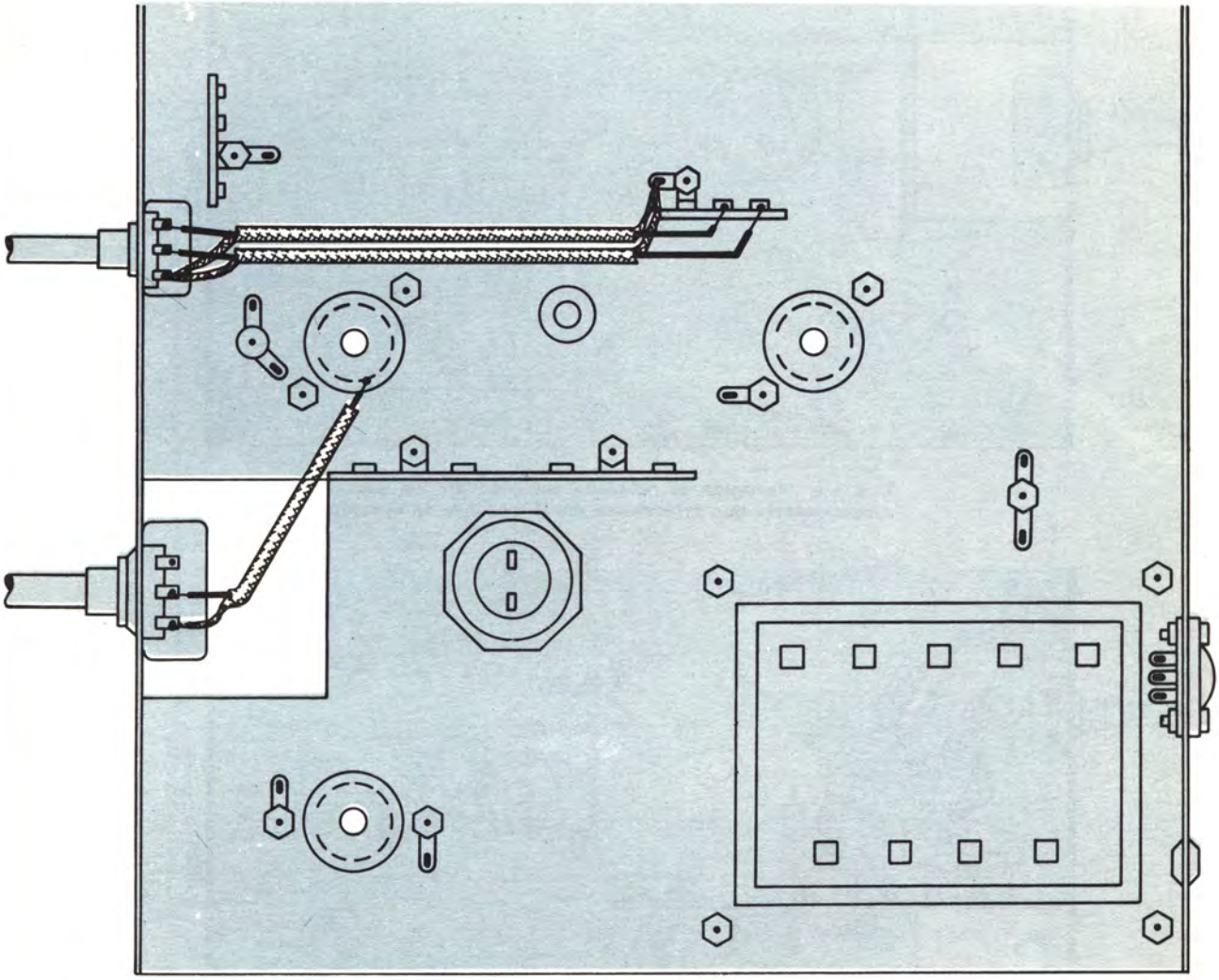
CONEXIONADO DE LOS CABLES BLINDADOS

Tampoco este apartado debe representar ningún misterio para usted, puesto que —insistimos sobre ello— usted ha alambrado este mismo amplificador, aunque sobre otro chasis. Recuerde la lección 22.

El cable de entrada (fono-radio), cuyo blinda-

je debe soldarse al terminal A de P-1 y cuyo conductor interno se conecta al terminal *c*, debe tener una longitud de unos 20 cm.

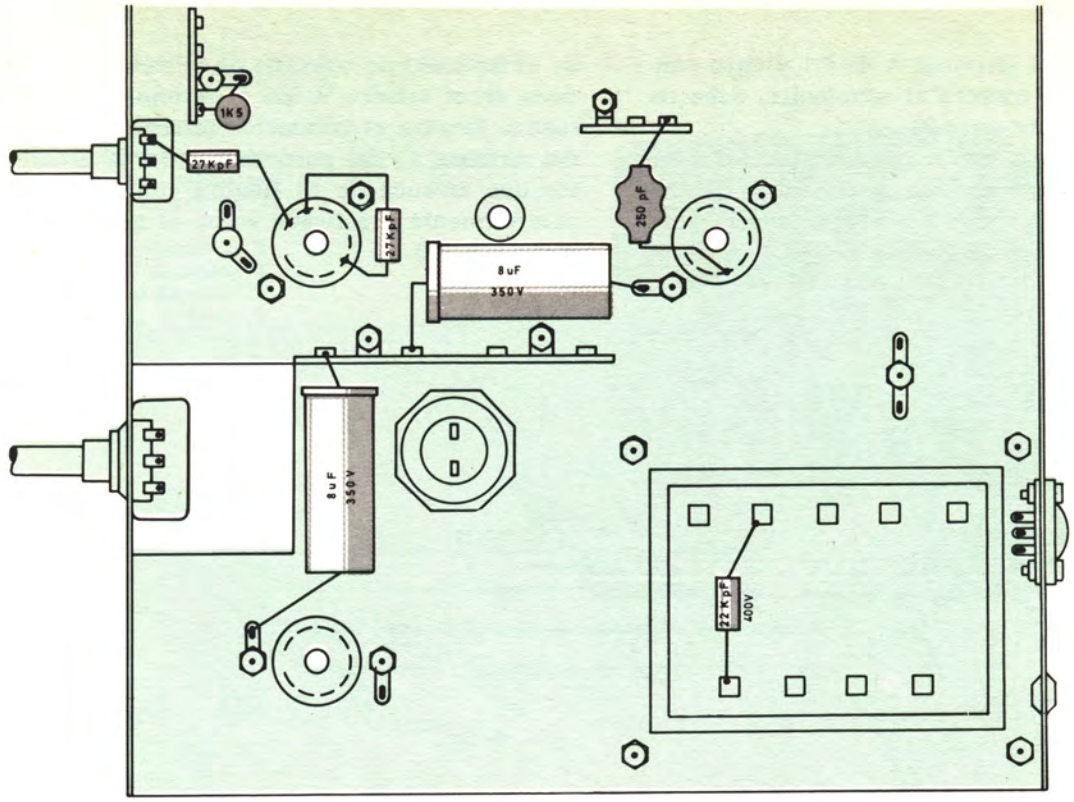
Ponga atención a las conexiones de los dos cables blindados correspondientes al control de graves (potenciómetro P-2): los blindajes del extremo que coincide con la regleta R-3 se han soldado al terminal de sujeción de la misma, que hace masa en el taladro 9. En el terminal *a* de dicha regleta finaliza el conductor interno que arranca del terminal C_z del potenciómetro P-2. El conductor que arranca de B_z finaliza con la soldadura anteriormente practicada sobre el terminal b_3 de la regleta R-3.



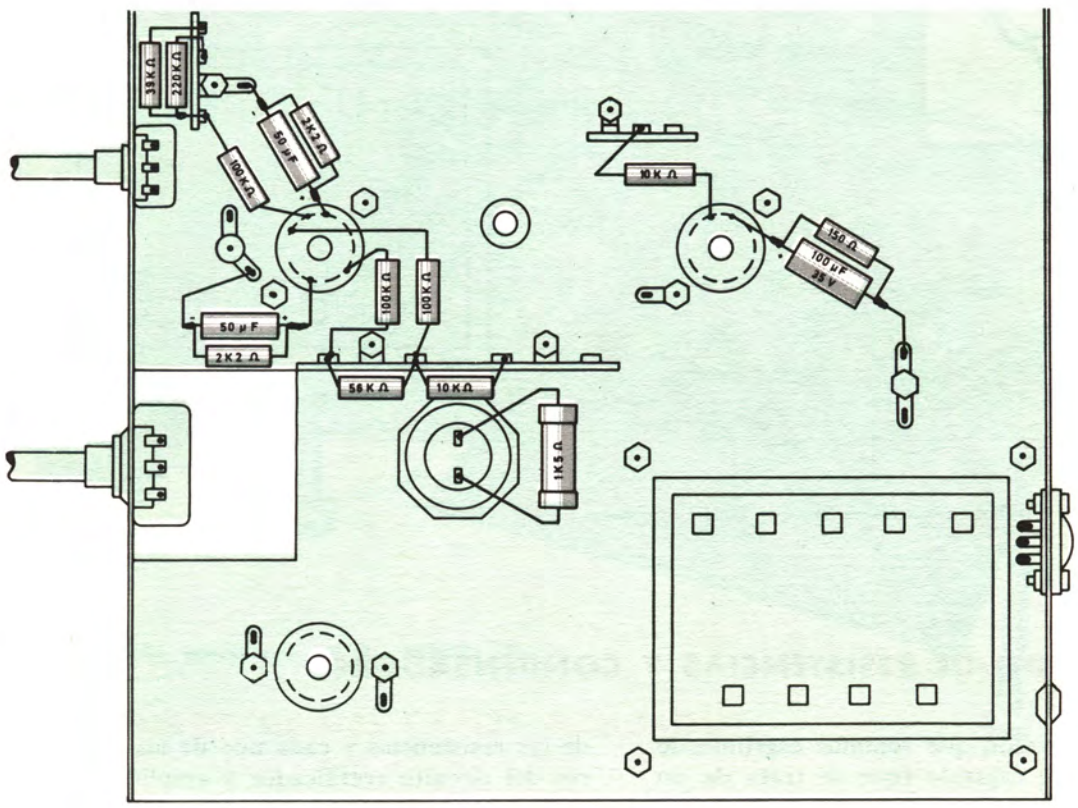
Efectuará con cable blindado las conexiones que aquí indicamos.

CONEXIONADO DE RESISTENCIAS Y CONDENSADORES

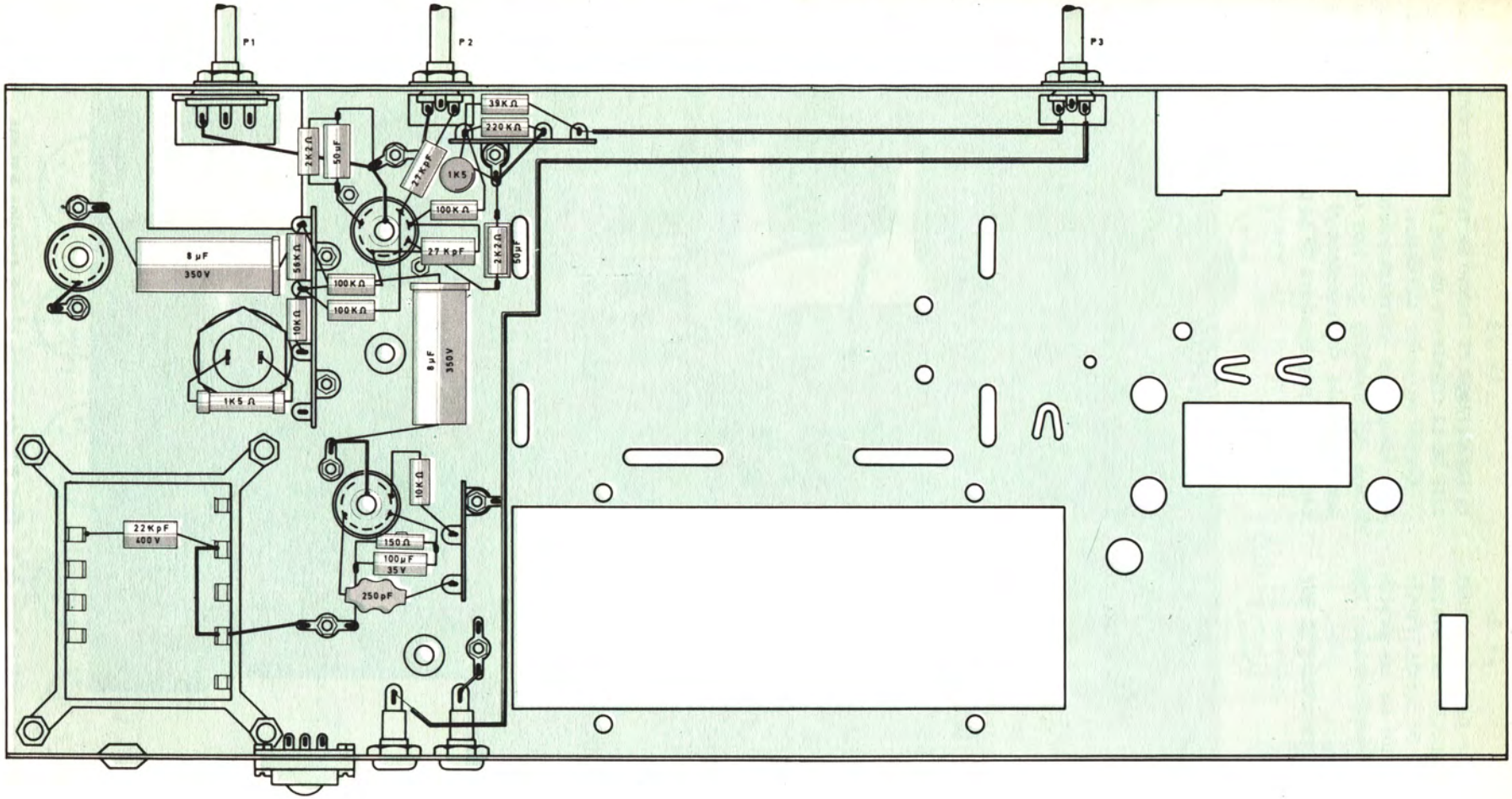
Por la misma razón que venimos esgrimiendo a lo largo de este capítulo (que se trata de un montaje conocido), nada vamos a indicar respecto a esta etapa de nuestra práctica. Usted sabe perfectamente la función que cumple cada una de las resistencias y cada uno de los condensadores del circuito rectificador y amplificador. Limitamos nuestra información al gráfico oportuno, donde verá la situación conveniente de cada uno de estos componentes.



Una vez efectuado el cableado indicado en los planos anteriores, situará los diversos condensadores que intervienen en el montaje de acuerdo con la disposición que se indica.



Después de los condensadores, conectaremos las diversas resistencias del montaje.

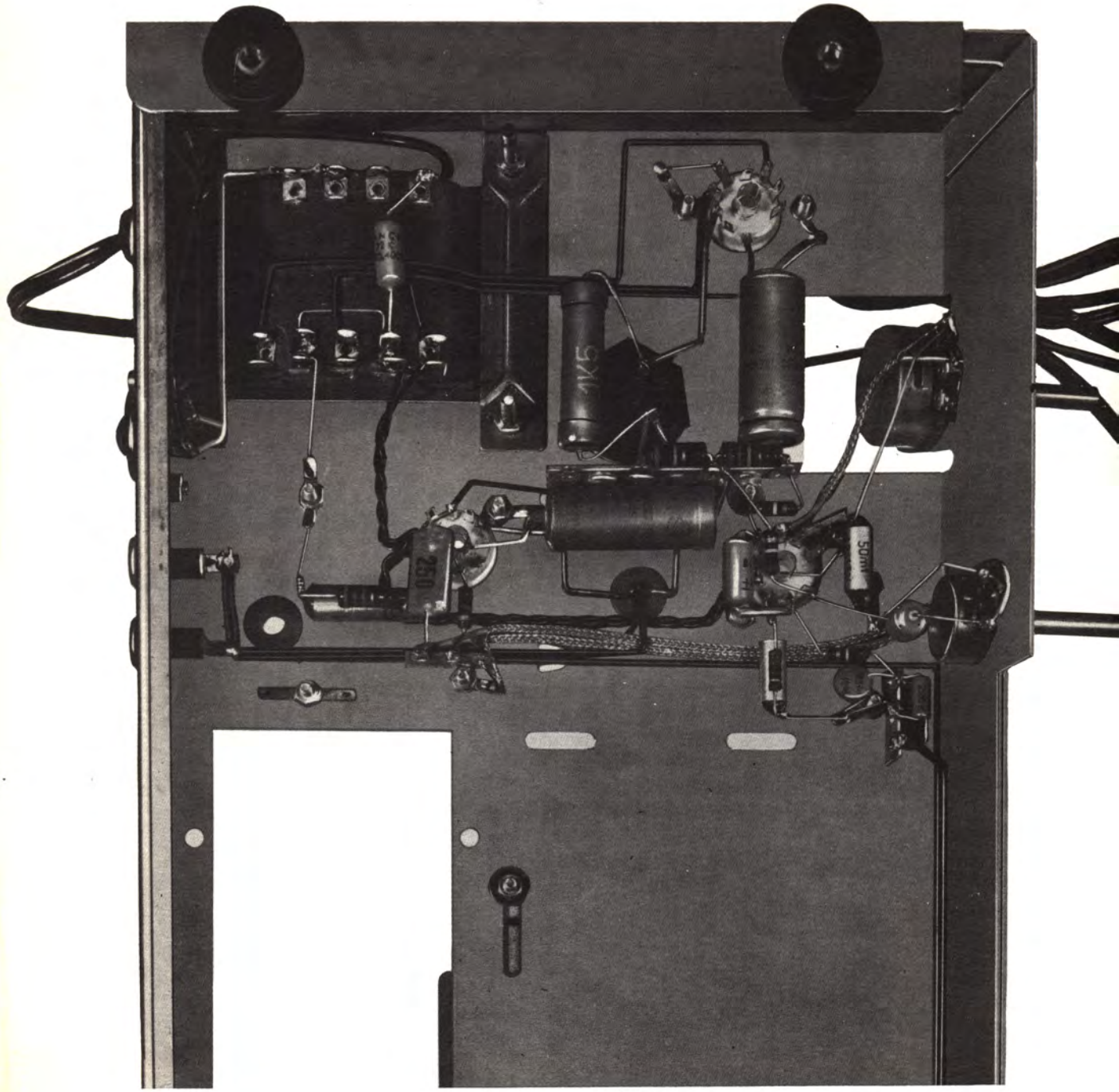


En esta figura se han indicado a la vez las conexiones de resistencias y condensadores.

Tenga también en cuenta que no debe poner en marcha el amplificador sin conectar un altavoz al secundario del transformador de salida. Puede utilizar el altavoz de 4" empleado en las prácticas anteriores, eliminando el transformador de que va provisto.

ANTES DE ENCHUFAR A LA RED, CERCIÓRESE DE QUE EL CONMUTADOR DE CAMBIO DE TENSIÓN INDICA EL VOLTAJE DE LA CORRIENTE DE QUE USTED DISPONE.

Como en otras ocasiones, añadimos la realidad fotográfica correspondiente a esta primera etapa del montaje que nos ocupa, el cual, una vez finalizado, representará el espaldarazo que le otorgue la investigadura de la profesionalidad.



Este es el montaje total de la etapa B.F. de nuestro superheterodino AM-FM.

CONDENSADORES

C1	22KpF	400 V	
C2	220 pF	CERAMICO	
C3	4K7 pF	CERAMICO	
C4	56 pF	CERAMICO	
C5	220 pF	CERAMICO	
C6	100 pF	CERAMICO	
C7	4K7 pF	CERAMICO	
C8	47 KpF	CERAMICO	
C9	56 PF	CERAMICO	
C10	SITUADO	EN BOTONERA	
C11	SITUADO	EN BOTONERA	
C12	4K7 pF	CERAMICO	
C13	4K7 pF	CERAMICO	
C14	SITUADO	EN BOTONERA	
C15	1K5 pF	CERAMICO	
C16	1K5 pF	CERAMICO	
C17	150 pF	CERAMICO	
C18	150 pF	CERAMICO	
C19	2K2 pF	CERAMICO	
C20	4 µF	80 V	ELECTROLITICO
C21	10K pF	125 V	POLIESTER
C22	22 KpF	125 V	POLIESTER
C23	22 KpF	400 V	POLIESTER
C24	100 KpF	400 V	POLIESTER
C25	50 µF	12 V	ELECTROLITICO
C26	8 µF	350 V	ELECTROLITICO
C27	27 KpF	400 V	POLIESTER
C28	1000 pF	CERAMICO	
C29	50 µF	12 V	ELECTROLITICO
C30	8 µF	350 V	ELECTROLITICO
C31	27K pF	400 V	POLIESTER
C32	250 pF	MICA	
C33	100 µF	25 V	ELECTROLITICO
C34, C35	16+16 µF	500 V	ELEC.
C36	10 µF	30 V	ELECTROLITICO
C37	10 µF	30 V	ELECTROLITICO
C38	2K2 pF	CERAMICO	
C39	2K2 pF	CERAMICO	
C40	2K2 pF	CERAMICO	
C41	2K2 pF	CERAMICO	

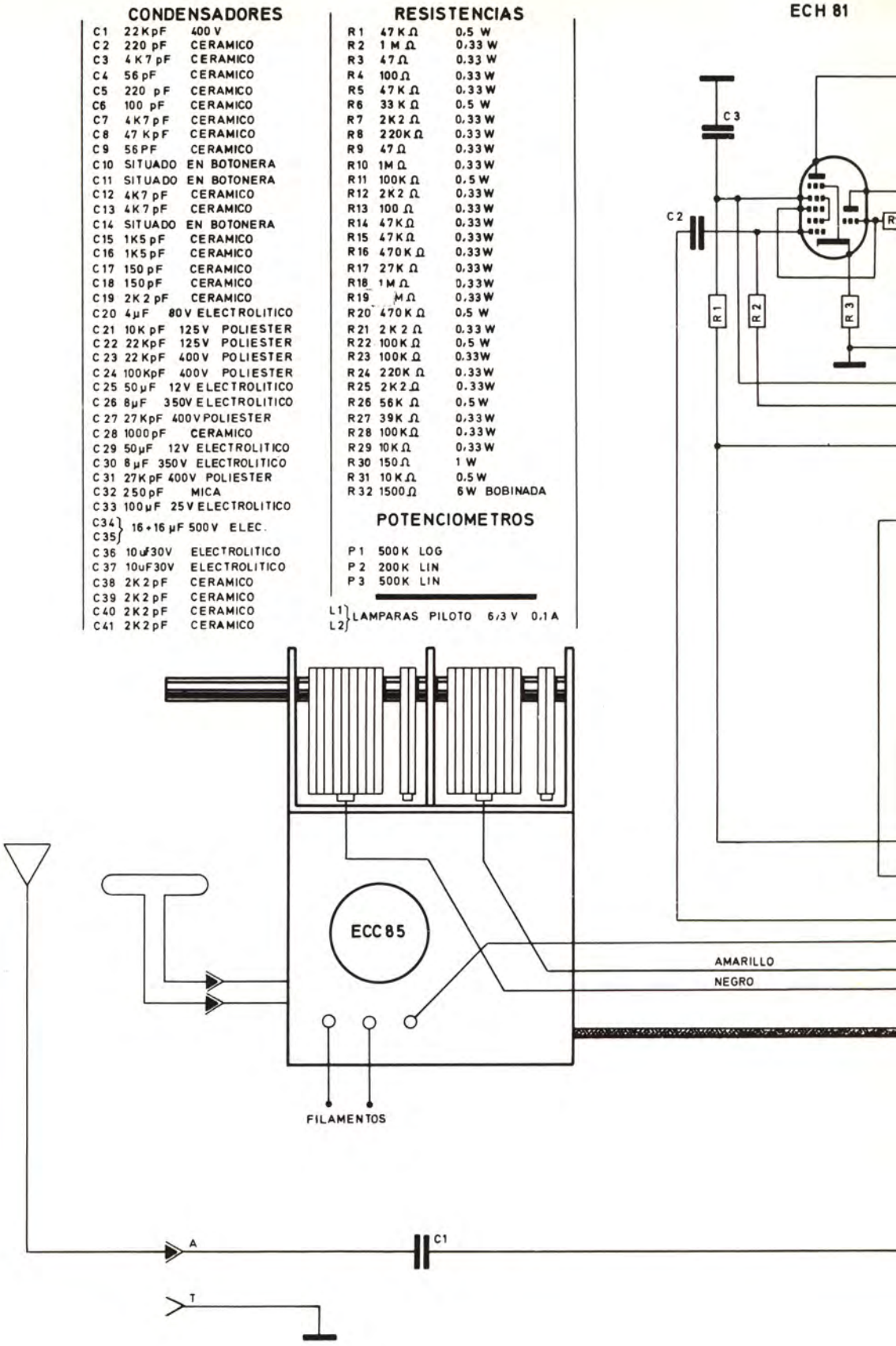
RESISTENCIAS

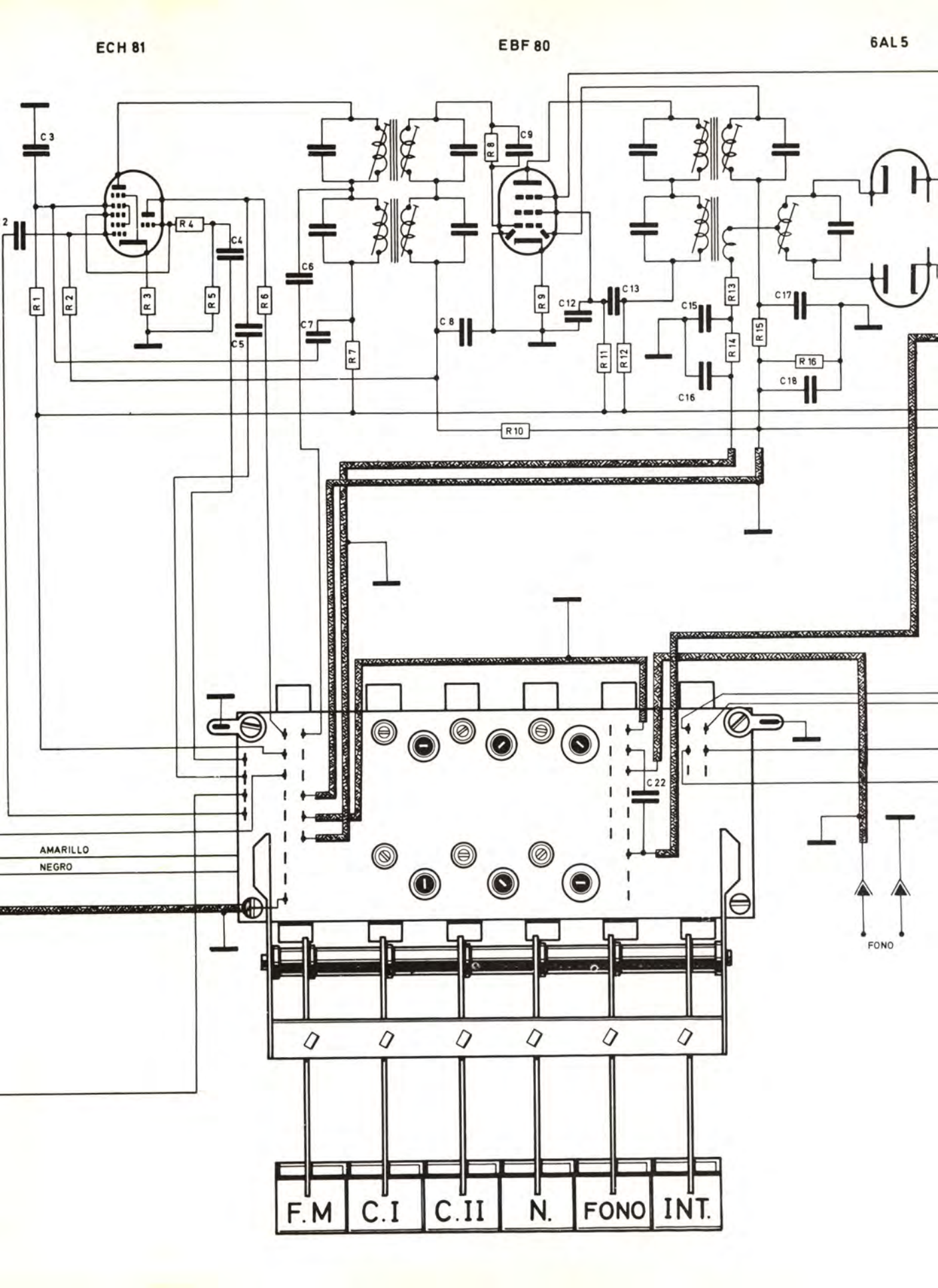
R1	47 KΩ	0,5 W
R2	1 MΩ	0,33 W
R3	47 Ω	0,33 W
R4	100 Ω	0,33 W
R5	47 KΩ	0,33 W
R6	33 KΩ	0,5 W
R7	2K2 Ω	0,33 W
R8	220 KΩ	0,33 W
R9	47 Ω	0,33 W
R10	1M Ω	0,33 W
R11	100K Ω	0,5 W
R12	2K2 Ω	0,33 W
R13	100 Ω	0,33 W
R14	47K Ω	0,33 W
R15	47K Ω	0,33 W
R16	470K Ω	0,33 W
R17	27K Ω	0,33 W
R18	1M Ω	0,33 W
R19	M Ω	0,33 W
R20	470K Ω	0,5 W
R21	2K2 Ω	0,33 W
R22	100K Ω	0,5 W
R23	100K Ω	0,33 W
R24	220K Ω	0,33 W
R25	2K2 Ω	0,33 W
R26	56K Ω	0,5 W
R27	39K Ω	0,33 W
R28	100K Ω	0,33 W
R29	10K Ω	0,33 W
R30	150 Ω	1 W
R31	10K Ω	0,5 W
R32	1500 Ω	6 W BOBINADA

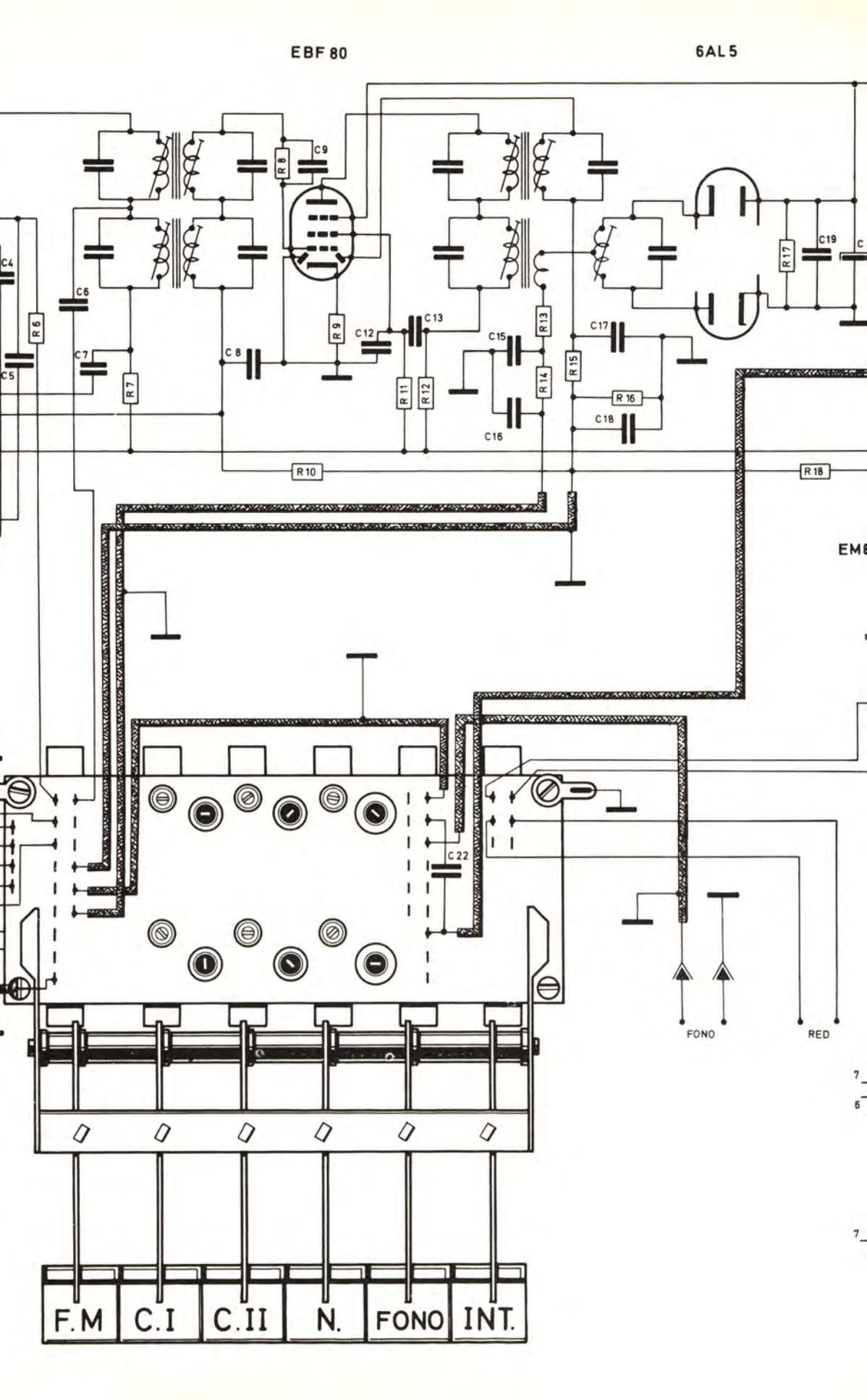
POTENCIOMETROS

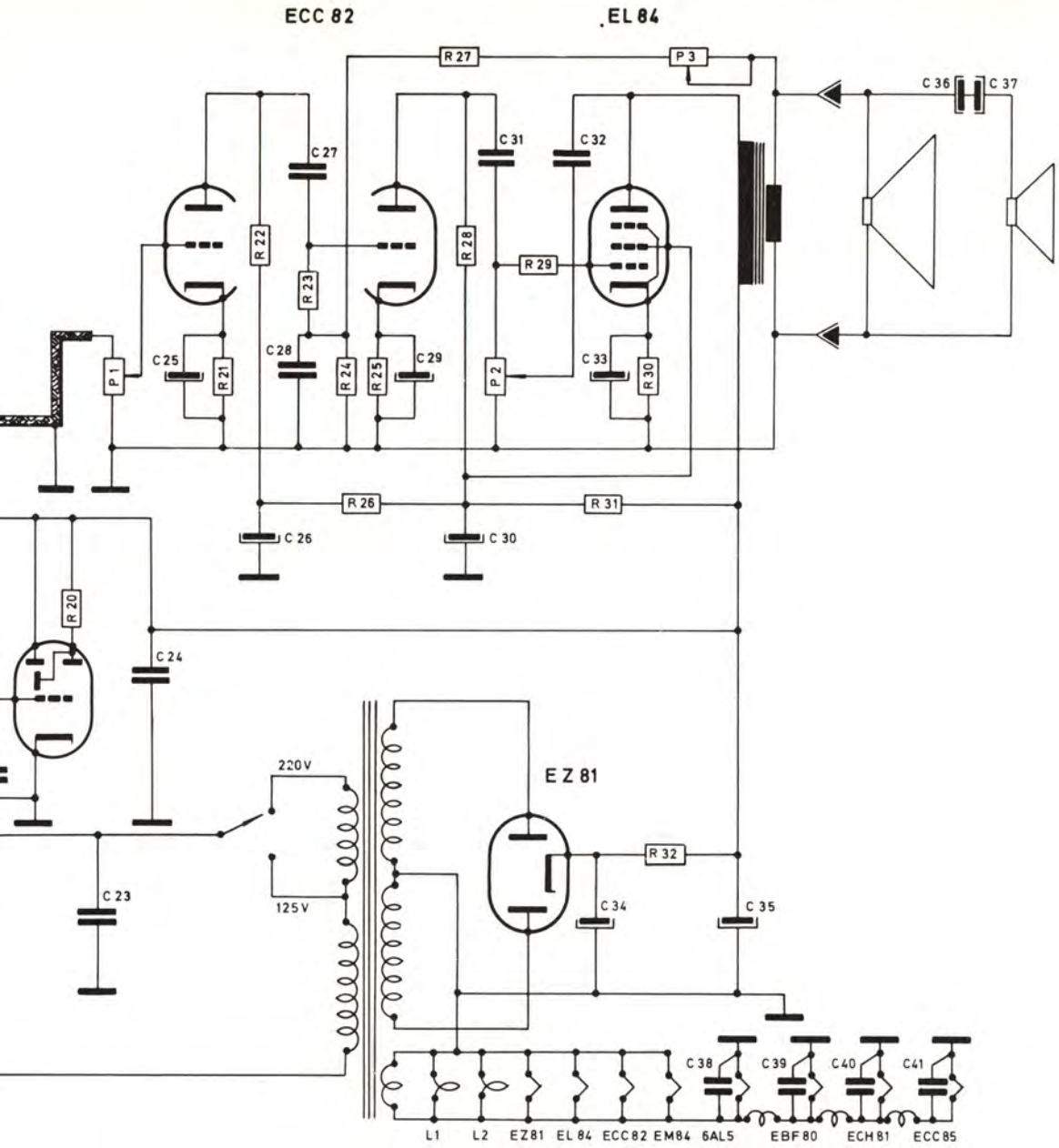
P1	500K	LOG
P2	200K	LIN
P3	500K	LIN

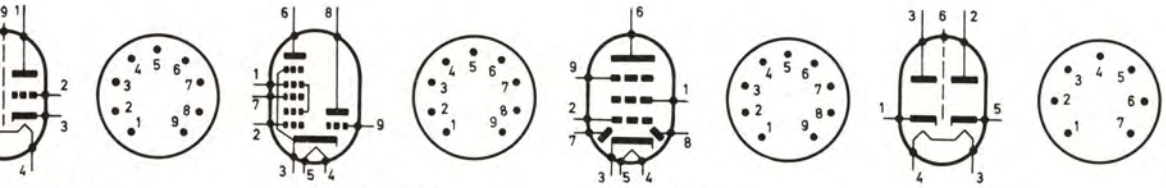
L1, L2 LAMPARAS PILOTO 6,3 V 0,1 A



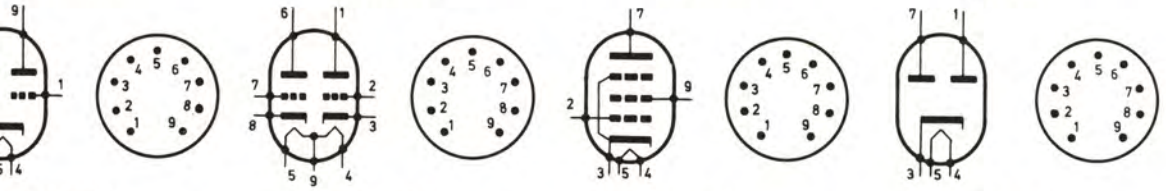

ECH 81
EBF 80
6AL5
C3
C2
R1
R2
R3
R4
R5
R6
C4
C5
C6
C7
R7
R8
C9
C8
R9
C12
C13
R11
R12
C15
C16
R13
R14
R15
C17
R16
C18
R10
C22
AMARILLO
NEGRO
FONO
F.M
C.I
C.II
N.
FONO
INT.


EBF 80
6AL5
C9
R8
C4
C6
R6
C5
C7
R7
C8
R9
C12
C13
R11
R12
C15
R13
R14
C16
R15
C17
R16
C18
R17
C19
R10
R18
C22
FONO
RED
F.M
C.I
C.II
N.
FONO
INT.





ECC 85 ECH 81 EBF 80 6AL5



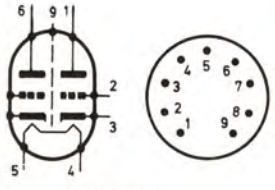
EM 84 ECC 82 EL 84 EZ 81

ECC 82

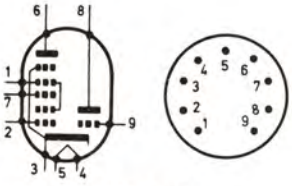
EL 84

R 27 P 3 C 36 C 37 C 27 C 31 C 32 R 22 R 28 R 29 R 23 C 25 R 21 C 28 R 24 R 25 C 29 P 1 P 2 C 33 R 30 R 19 R 26 R 31 C 26 C 30 R 20 C 24 220V 125V EZ 81 R 32 C 23 C 34 C 35 C 38 C 39 C 40 C 41

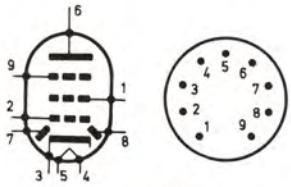
L1 L2 EZ81 EL 84 ECC82 EM84 6AL5 EBF 80 ECH 81 ECC85



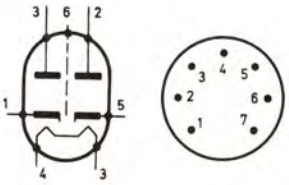
ECC 85



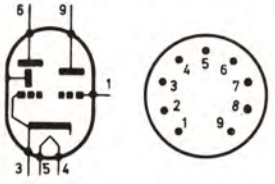
ECH 81



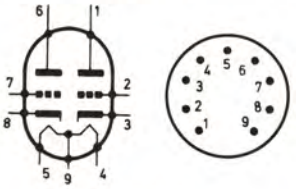
EBF 80



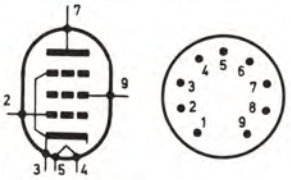
6AL5



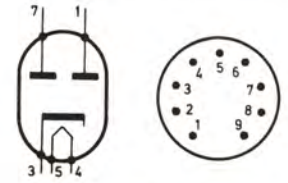
EM 84



ECC 82



EL 84



EZ 81

lección práctica 33

Montaje de un receptor AM-FM de alta calidad

Segunda etapa: Alambrado de la pletina de F.I.

COMENTARIO

Esta segunda etapa del montaje de nuestro receptor AM-FM está dedicada íntegramente al alambrado de la etapa que comprende los transformadores de F.I. tanto para AM como para FM.

Para obtener mayor comodidad en esta parte del montaje, proponemos efectuarlo sobre una pletina metálica totalmente independiente del chasis y que, una vez alambrada, fijaremos sobre él por medio de tornillos.

Esta etapa, sin duda, es la más crítica de todo el montaje; y sobre ello le llamamos la atención para que desde ahora mismo se haga a la idea de que debe trabajar con lentitud y con la mayor limpieza en las soldaduras.

Como norma general, piense que en esta etapa las conexiones deben ser lo más cortas que pueda. Es muy conveniente que así sea.

Es posible que en este proceso de alambrado que vamos a emprender *tenga la impresión de que le falta sitio*. Es natural que así sea, puesto que en lo que llevamos de Curso hemos tenido la suerte de poder trabajar con zonas de montaje que podemos llamar generosas. Sin embargo, es un problema que tan sólo le creará la falta de costumbre. Con mucho espacio o con muy poco, se trata siempre de interpretar un esquema; y en este sentido, lo mismo salen los puntos de conexión de los distintos componentes cuando se dispone de grandes espacios que en el caso contrario. La solución al problema está en la maestría con que se hagan las soldaduras. En este caso, ya sabe: la falta de práctica debe contrarrestarse con mayor aportación de paciencia, virtud esta que nunca debe abandonarnos.

EL ESQUEMA

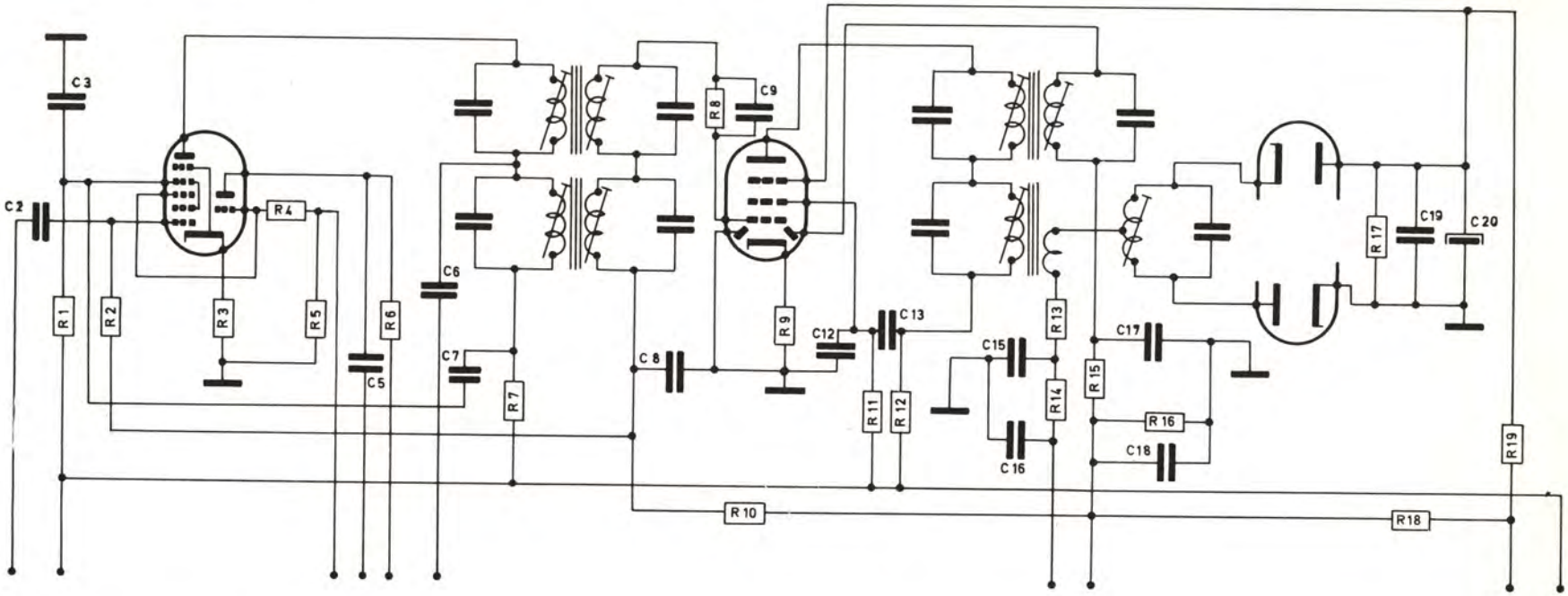
El esquema de la etapa que nos propone alambrar constituye la primera ilustración de este capítulo.

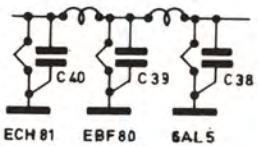
Usted puede identificarlo con el esquema total del receptor, inserto en la anterior etapa de montaje. Como pie de esquema, añadimos el listado de componentes que integran la etapa de F.I. que vamos a realizar.

LA PLETINA

Veamos ya qué forma y dimensiones vamos a dar a la pletina sobre la cual montaremos el esquema anterior. Se trata, en definitiva, de una plancha metálica (hierro estañado, cadmiado o con cualquier otro baño inoxidable) de 175 × 75 milímetros en la cual se habrán practicado los taladros necesarios para la colocación de los tres zócalos y de los dos blindajes que contienen los dos pasos de F.I. (AM-FM), amén de los agujeros necesarios para la sujeción de una regleta de veinticuatro terminales y para dejar paso a los tornillos de fijación al chasis.

Observará que uno de los tres orificios destinados a alojar los zócalos de las válvulas tiene menor diámetro que los otros dos. En él debe colocarse el zócalo heptal correspondiente a la 6AL5.





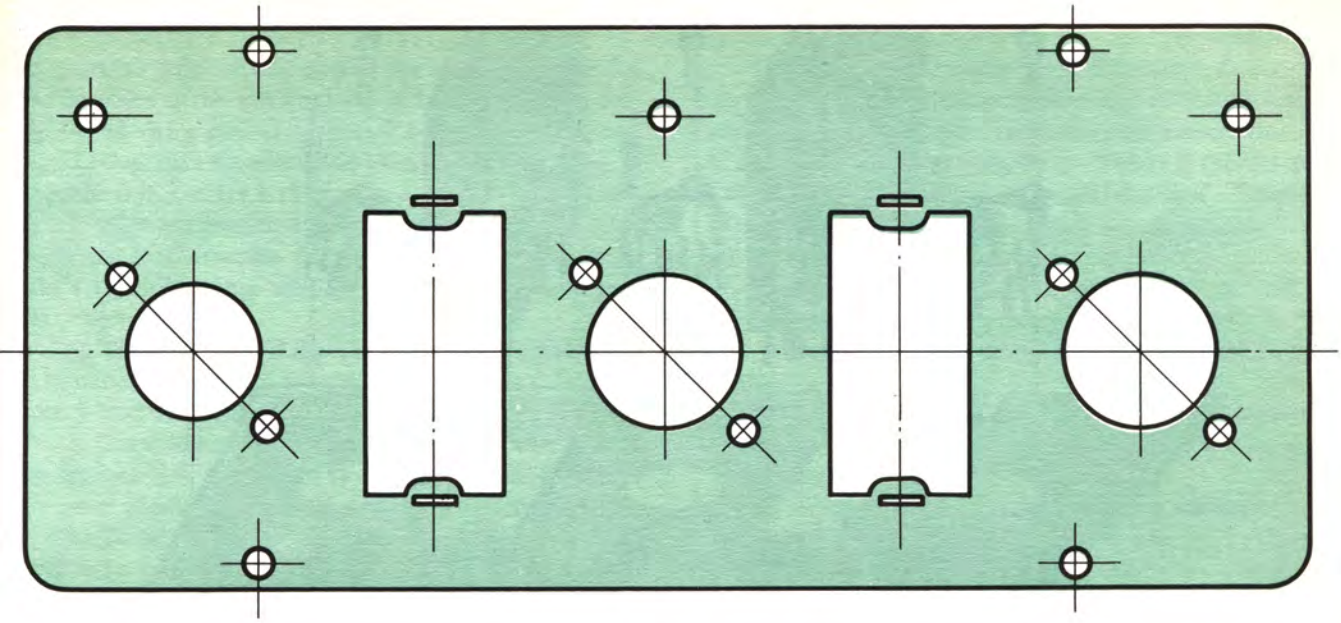
CONDENSADORES

C_2 C_5	220 pF	cerámico
C_3 C_7 C_{12} C_{13}	4K7 pF	cerámico
C_6	100 pF	cerámico
C_8	56 pF	cerámico
C_9	47 nF	poliéster
C_{15} C_{18}	1K5 pF	cerámico
C_{17} C_{16}	150 pF	cerámico
C_{20}	4 µF. 80 V.	electrolítico
C_{36} C_{35} C_{39} C_{40}	2K2 pF	cerámico

RESISTENCIAS

R_1	47 KΩ	0,5	W
R_2 R_{10} R_8	1 MΩ	0,33	W
R_3 R_9	47 Ω	0,33	W
R_4 R_{13}	100 Ω	0,33	W
R_5 R_{14} R_{15}	47 KΩ	0,33	W
R_6	33 KΩ	0,5	W
R_7 R_{12}	2K2 Ω	0,33	W
R_8	100 KΩ	0,5	W
R_{11}	220 KΩ	0,33	W
R_{17}	27 KΩ	0,33	W
R_{19}	10 MΩ	0,5	W

Esquema de la parte que hemos de alambrar.



Pletina en que efectuaremos el montaje. Tamaño natural.

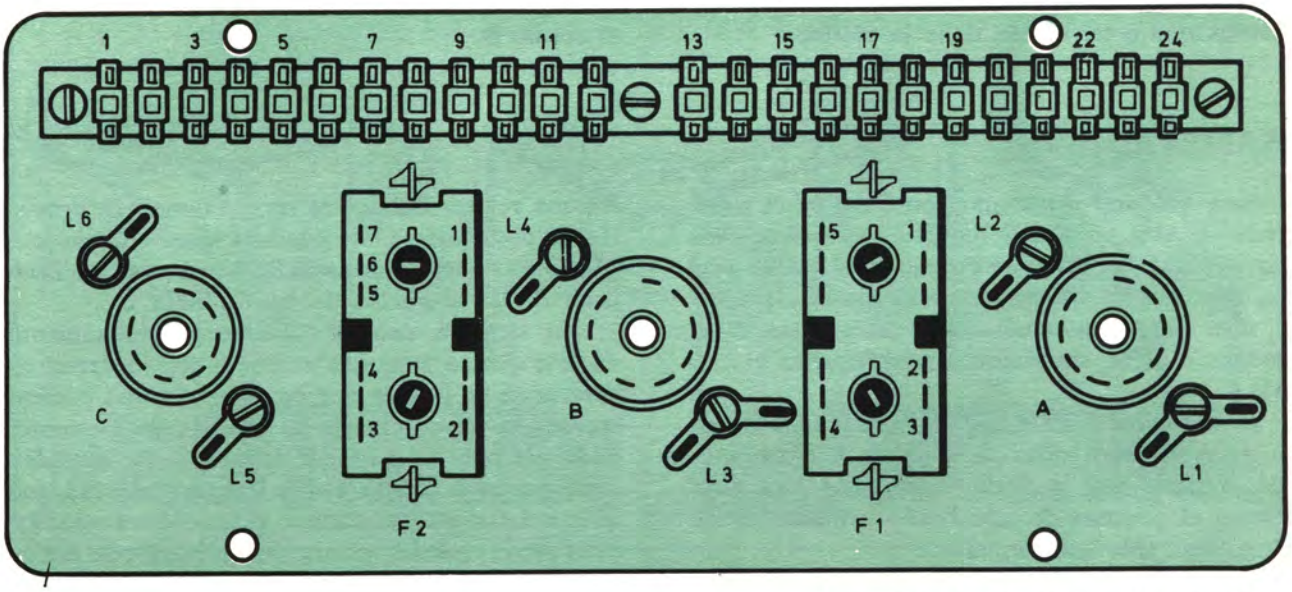
SUJECION DE LOS COMPONENTES MECANICOS

Empecemos por los zócalos.

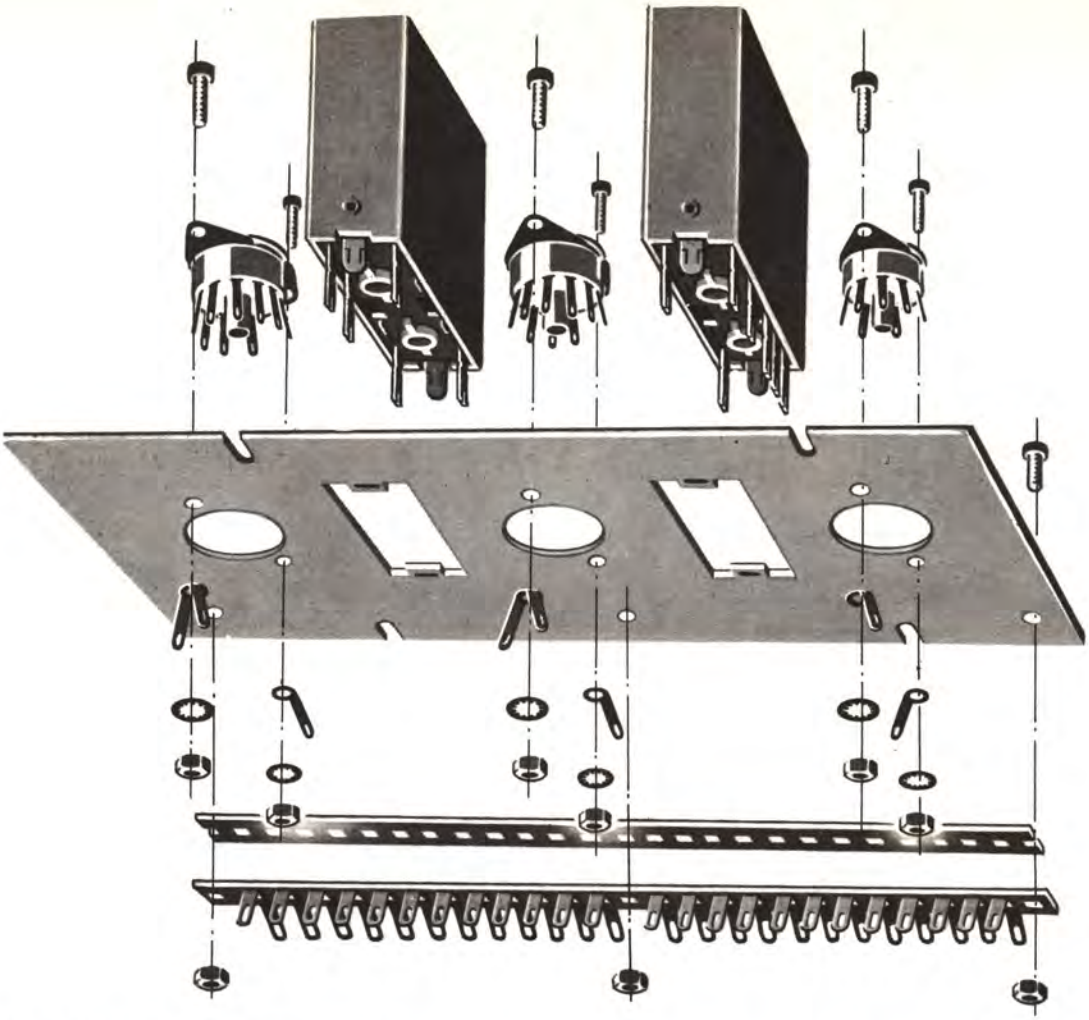
Se unen a la pletina por medio de tornillos de 1/8, de 4 mm de longitud. Tenga la precaución de orientarlos tal y como se indica en los gráficos. Observe que en cada tornillo se ha colocado una arandela grower para mejorar el contacto eléctrico de la correspondiente lengüeta de soldadura.

La regleta de terminales debe fijarse en la pletina con tres tornillos de 1/8 y 6 mm de longitud, interponiendo entre ambas (entre regleta y pletina) una tira aislante, según se indica también en la figura que corresponde al comentario.

Los blindajes de los transformadores de F.I. no se sujetan con tornillos, sino por medio de un



Disposición de los componentes mecánicos.



par de lengüetas de las que van provistos, en las que se han practicado dos cortes que aseguran la fijación del blindaje sin más que retorcerlas (sin exagerar) una vez que han sido encajadas en las ranuras que a tal efecto tiene la pletina.

DEBERÁ TENER EN CUENTA que los transformadores de F.I. no son intercambiables. La base de uno de ellos tiene nueve espigas metálicas; éste es el que debe situar precisamente entre el zócalo A y el zócalo B.

ALAMBRADO

Para ayudarle a trabajar con éxito en el alambrado de esta parte del receptor, le indicaremos una por una las diversas operaciones que es preciso efectuar. El orden establecido no es caprichoso, sino que se ha estudiado de manera que ajustándose a él se simplifique notablemente el trabajo.

Es muy conveniente que lea la totalidad de estas instrucciones antes de ponerse a trabajar y que, una vez haya tomado el soldador, siga paso a paso el proceso de alambrado ayudándose de los gráficos que le acompañan.

Fije su atención, sobre todo, en las soldaduras que se efectúan sobre los terminales de la regleta. Es una regleta doble (los terminales están provistos de dos ojales); la soldadura se efectúa en uno o en otro de los terminales dobles. Lo mismo cabe decir de las lengüetas dobles de masa.

No siempre deberá soldarse inmediatamente un hilo que se ponga en contacto con un terminal determinado, puesto que en este terminal pueden converger los terminales de más de un elemento. Cada vez que un contacto deba soldarse inmediatamente, en la ilustración se indicará así: (s), que quiere decir SOLDAR. Cuando la soldadura no debe efectuarse inmediatamente se indicará con las siglas (ns), o sea, NO SOLDAR. Tenga, pues, en cuenta estas contraseñas.

INSTRUCCIONES Y PROCESO DE ALAMBRADO

1. Con hilo de retención desnudo, conecte los terminales 5 (s) y 6 (ns) de la regleta con la lengüeta L_6 (s) y con el terminal 1 (ns) de la regleta.

2. Con hilo de retención desnudo, conecte en el zócalo C la patilla 6 (s) con la 5 (s) y con la 4 (ns).

3. Siga utilizando hilo de retención desnudo y conecte la chimenea del zócalo C (s) con la patilla 4 (s) del mismo zócalo, y desde este punto con la lengüeta L_5 (ns).

4. También con hilo de retención, conecte la chimenea del zócalo B con la patilla 4 (s) del mismo y con la lengüeta L_3 (ns).

5. También con hilo de retención, conecte la chimenea del zócalo A (s) con la patilla 4 (s) del mismo zócalo y también con la lengüeta L_1 (ns).

6. Tome de nuevo el hilo de retención y conecte la patilla 8 (s) del zócalo B con la lengüeta L_4 (ns).

7. Con hilo de retención, que recubrirá con un trozo de macarrón, conecte los terminales 14 (ns) y 22 (s) de la regleta.

8. Recubra con macarrón el hilo de retención necesario para conectar entre sí los terminales 9 (s) y 13 (s) de la regleta.

9. Con hilo de retención cubierto con macarrón, conecte la patilla 7 (s) del zócalo B con la 3 (s) del transformador de F.I. F_2.

10. Utilice también hilo de retención protegido con macarrón para conectar la patilla 6 (s) del zócalo B con la patilla 2 (s) del transformador de F.I. F_2.

11. Conecte la patilla 2 (s) del zócalo C con la patilla 5 (s) del transformador F_2, utilizando para ello hilo de retención cubierto con macarrón.

12. Debe conectar ahora la patilla 9 (s) del zócalo B con la patilla 7 (ns) del zócalo C. Emplee el consabido hilo de retención, recubriéndolo con un trozo suficiente de macarrón.

13. Conecte ahora una resistencia de 100 Ω (R_{13}) (marrón-negro-marrón) desde la patilla 6 (s) del transformador F_2 al terminal 4 (ns) de la regleta.

14. Con hilo recubierto de macarrón, conecte la patilla 1 (s) del zócalo C con la patilla 7 (s) del transformador F_2.

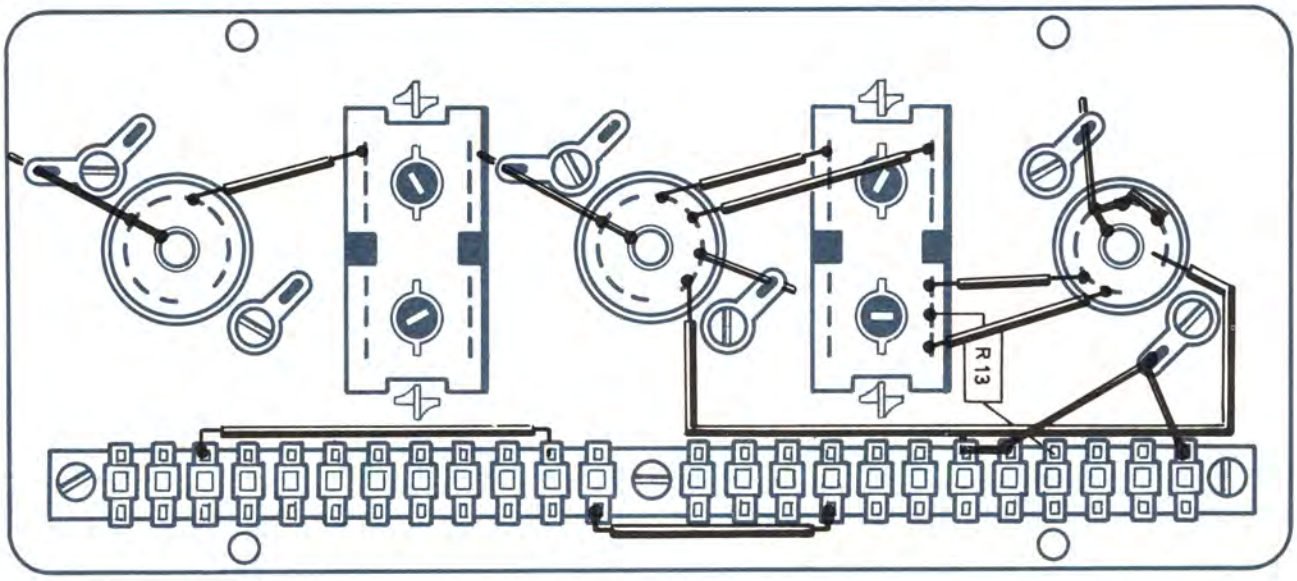
15. También con hilo de retención cubierto, conecte la patilla 6 (s) del zócalo A con la 3 (s) del transformador F_1.

16. Conecte una resistencia de 47 Ω (R_3) (amarillo-violeta-negro) desde la patilla 3 (s) del zócalo A a la lengüeta L_1 (ns).

17. Debe conectar un condensador de 2K2 pF (C_{40}) desde la patilla 5 (ns) del zócalo A a la lengüeta L_1 (s).

18. Ahora, *con hilo de conexión con cubierta de plástico negra*, construya dos bobinas de 15 espiras cada una, enrollando el hilo sobre una varilla de 4 a 5 mm de diámetro. Cada una de las espiras debe tocar con la contigua. En otras palabras: deben quedar juntas.

No olvide este detalle, perfectamente visible en nuestros dibujos, al construir las dos bobinas.



Montaje desde la fase 1 a la fase 15.

19. Una de las dos bobinas debe conectarla desde la patilla 5 (s) del zócalo A hasta la patilla 5 (ns) del zócalo B.

20. Conecte una resistencia de 47 Ω (R_9) (amarillo-violeta-negro) desde la patilla 3 (s) del zócalo B a la lengüeta L_3 (ns).

21. Tome un condensador de 2K2 pF (C_{38}) y conéctelo por un extremo a la patilla 3 (ns) del zócalo C y por el otro a la lengüeta L_5 (s).

22. Conecte la segunda bobina que ha construido desde la patilla 5 (ns) del zócalo B a la patilla 3 (s) del zócalo C.

23. Un condensador de 2K2 pF (C_{39}) debe conectarse desde la patilla 5 (s) del zócalo B a la lengüeta L_3 (ns).

24. Con una resistencia de 220 KΩ (R_8) (rojo-rojo-amarillo) y un condensador de 56 pF (C_9), forme un grupo RC como el que indica la figura.

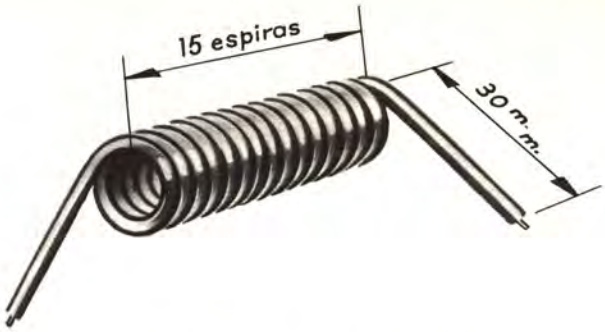
25. Conecte este grupo desde la patilla 5 (s) del transformador F_1 a la patilla 2 (s) del zócalo B.

26. Conecte una resistencia de 2K2 (R_{12}) (rojo-rojo-rojo) desde el terminal 14 (s) de la regleta al terminal 11 (s) de la misma regleta.

27. Con hilo cubierto de macarrón, conecte el terminal 1 (s) del transformador F_2 con el terminal 11 (s) de la regleta.

28. Entre el terminal 11 (s) de la regleta y la patilla 1 (ns) del zócalo B debe conectar un condensador de 4K7 pF (C_{13}).

29. Conecte una resistencia de 100 KΩ, 0'5 W (R_{11}) (marrón-negro-amarillo) entre el terminal 14 (s) de la regleta y la patilla 1 (ns) del zócalo B.



Bobinas para la línea de filamentos.

30. Conecte un condensador de 4K7 pF (C_{12}) entre la patilla 1 (s) del zócalo B y la lengüeta L_3 (s).

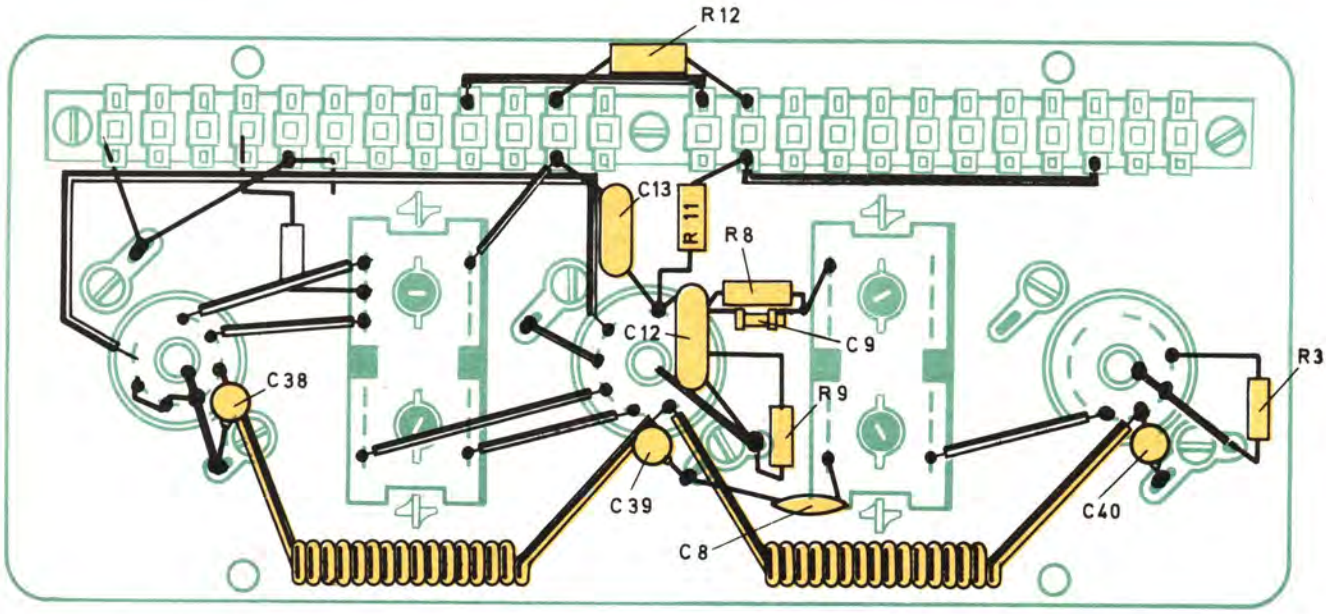
31. Con un condensador de 47 K pF (C_8), establezcau na conexión desde la patilla 4 (ns) del transformador F_1 hasta la lengueta L_3 (s).

32. Con hilo recubierto, conecte la patilla 4 (s) del transformador F_1 al terminal 16 (ns) de la regleta.

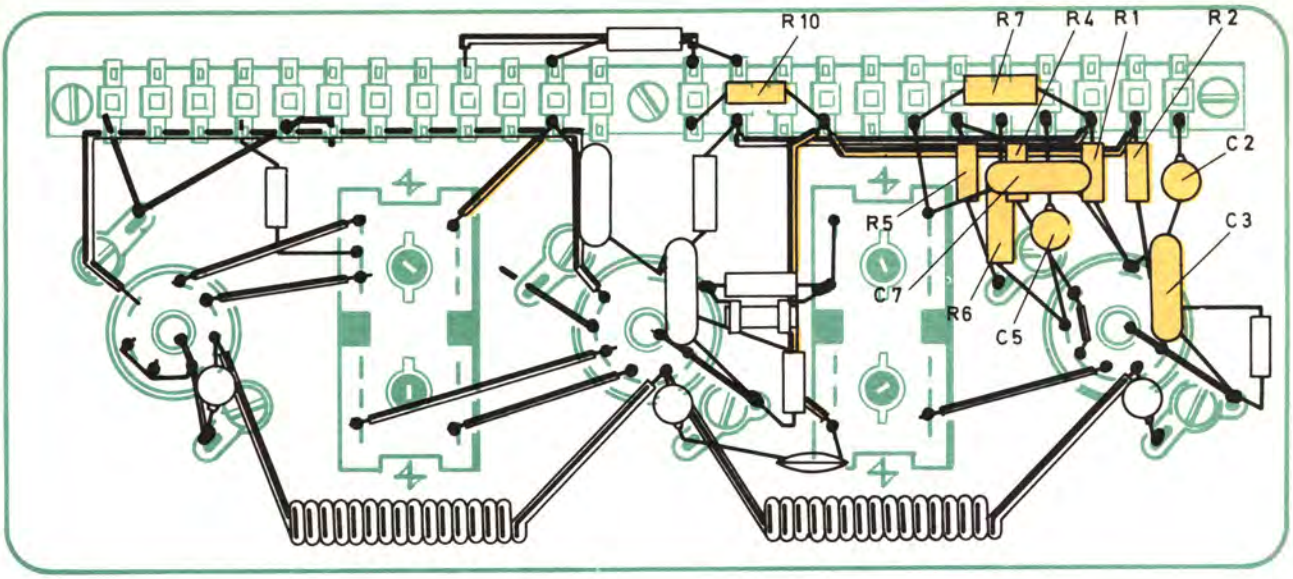
33. Conecte una resistencia de 1 MΩ (R_{10}) (marrón-negro-verde) desde el terminal 13 (s) de la regleta al terminal 16 (ns) de la misma regleta.

34. Mediante hilo recubierto, conecte el terminal 16 (s) de la regleta al terminal 23 (ns) de la misma.

35. Entre el terminal 23 (s) de la regleta y la patilla 2 (ns) del zócalo A, conecte una resistencia de 1 MΩ (R_2) (marrón-negro-verde).



Montaje de la fase 16 a la fase 31.



Fases de montaje comprendidas entre la 32 a la 44, ambas inclusive.

36. Conecte ahora un condensador de 200 pF (C_2) entre la patilla 2 (s) del zócalo A y el terminal 24 (s) de la regleta.

37. Tome una resistencia de 2K2 (R_7) (rojo-rojo-rojo) y conéctela entre el terminal 18 (s) de la regleta y el terminal 22 (ns) de la misma.

38. Conecte una resistencia de 47 KΩ, 0'5 W (R_1) desde el terminal 22 (s) de la regleta a la patilla 1 (ns) del zócalo E.

39. Desde el terminal 21 (s) de la regleta a la patilla 8 (ns) del zócalo A, conecte un condensador de 220 pF (C_5).

40. Tome una resistencia de 33 KΩ, 0'5 W (R_6) (naranja-naranja-naranja), y conecte sus extremos al terminal 20 (s) de la regleta y a la patilla 8 (s) del zócalo A.

41. Con una resistencia de 100 Ω (R_4) (marrón-negro-marrón) haga lo siguiente: conecte uno de sus cabos al terminal 19 (ns) de la regleta; con el otro extremo, establezca un puente entre los terminales 9 (s) y 7 (s) del zócalo A.

42. Suelde una resistencia de 47 KΩ (R_5) (amarillo-violeta-naranja) al terminal 19 (s) de la regleta y a la lengüeta L_2 (s).

43. Debe conectar un condensador de 4K7 pF (C_3) entre el terminal 1 (ns) del zócalo A y la lengüeta L_1 (s).

44. Debe conectar a la patilla 1 (s) del zócalo A uno de los cabos de un condensador de 4K7 pF (C_7). Con el otro cabo, establezca un puente entre la patilla 1 (s) del transformador F_1 y el terminal 18 (s) de la regleta.

45. Conecte un condensador cerámico de 100 pF (C_6) desde el terminal 17 (s) de la regleta a la patilla 2 (s) del transformador F_1.

46. Conecte un condensador de 1K5 pF (C_{15}) desde el terminal 4 (s) de la regleta al terminal 5 (s) de la misma.

47. Conecte un condensador cerámico de 1K5 (C_{16}) entre los terminales 6 (s) y 7 (s) de la regleta.

48. Conecte una resistencia de 47 KΩ (R_{14}) (amarillo-violeta-naranja) desde el terminal 4 (s) hasta el terminal 7 (s) de la regleta.

49. Conecte una resistencia de 470 K (R_{16}) (amarillo-violeta-amarillo) entre los terminales 6 (s) de la regleta y 9 (ns).

50. Conecte una resistencia de 47 KΩ (R_{15}) (amarillo-violeta-naranja) desde el terminal 9 (ns) de la regleta hasta la patilla 4 (ns) del transformador F_2. Proteja con macarrón el cabo que se suelda al terminal 9.

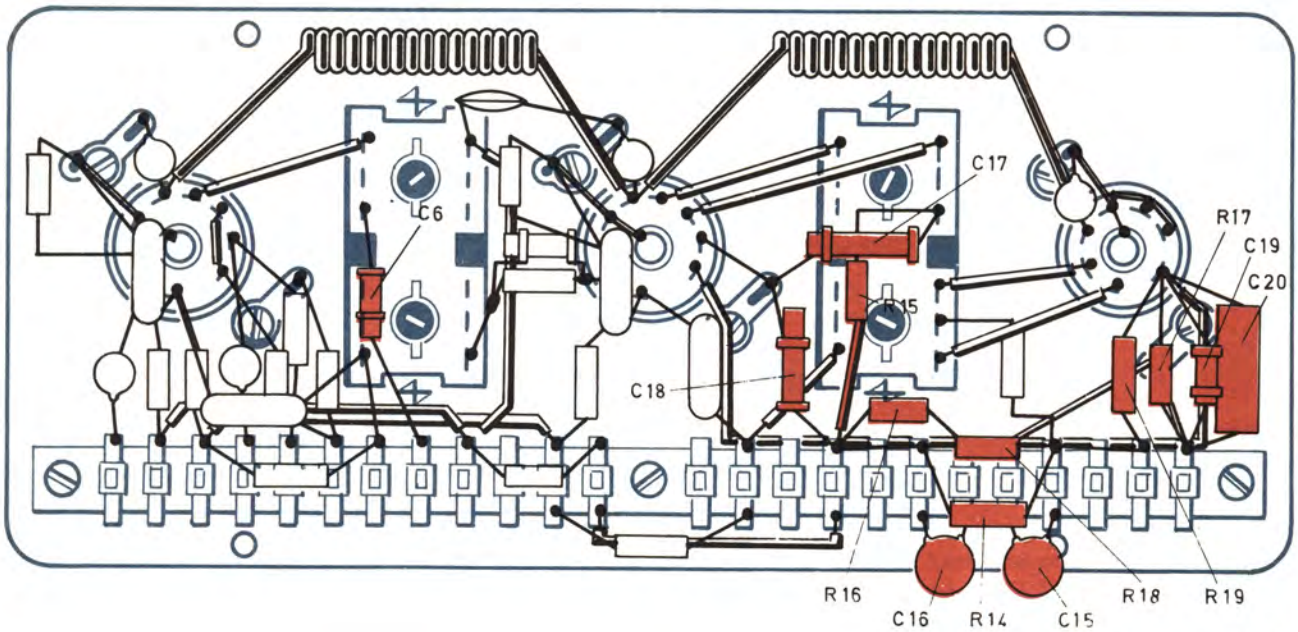
51. Conecte un condensador de 150 pF (C_{17}) entre la patilla 4 (s) del transformador F_2 y la lengüeta L_4 (ns).

52. Conecte un condensador de 150 pF (C_{18}) desde la lengüeta L_4 (s) al terminal 9 (ns) de la regleta.

53. Tome una resistencia de 1 MΩ (R_{18}) (marrón-negro-verde). Conecte uno de sus cabos al terminal 9 (s) y el otro al terminal 2 (ns) de la regleta.

54. Entre el terminal 2 (s) de la regleta y la patilla 7 (ns) del zócalo C debe conectar una resistencia de 3,9 MΩ (naranja-blanco-verde)

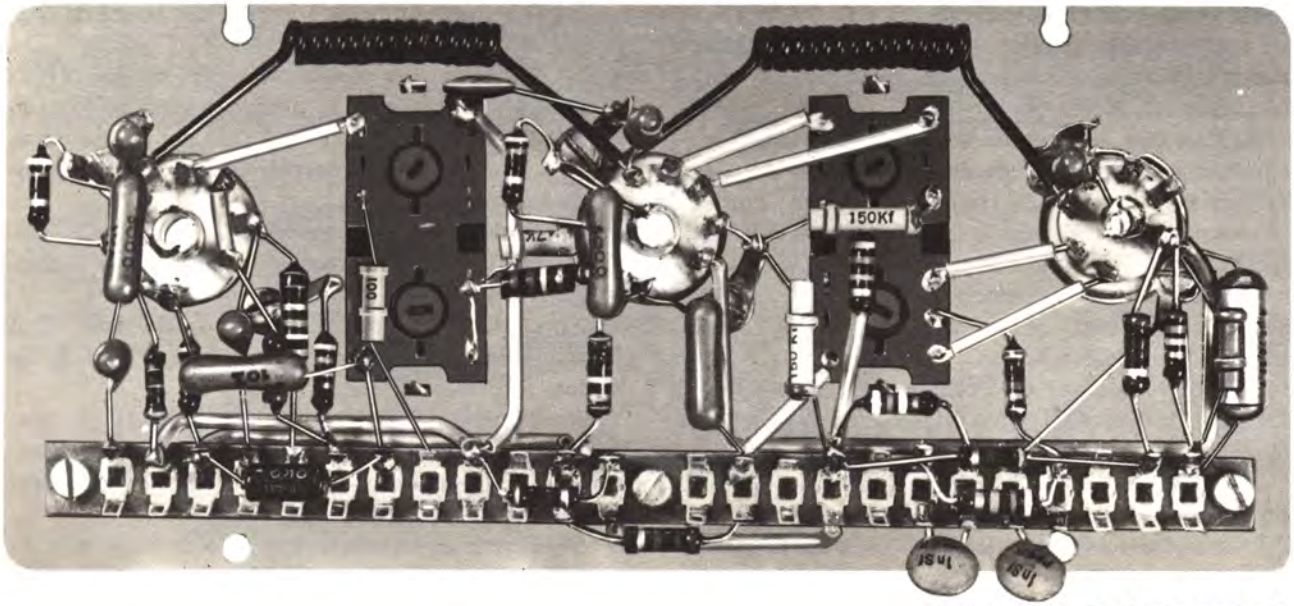
55. Finalmente, conecte un condensador electrolítico de 4 μF, 80 V (C_{20}), un condensador cerámico de 2K2 pF ($_{19}$) y una resistencia de 27 KΩ (R_{17}) (rojo-violeta-naranja) al terminal 1 (s) de la regleta. Los tres cabos libres se sueldan a la patilla 7 (s) del zócalo C.



Montaje de las fases 45 a la 55.

Observe que el positivo del condensador electrolítico debe conectarse al terminal 1 de la regleta.

Con la operación anterior habrá dado fin a este largo proceso de alambrado. La pletina de F.I. de su futuro receptor AM-FM ha quedado lista para ser incorporada al circuito total del aparato. Sin embargo, no quiera dar por bueno su trabajo sin antes comprobar una por una todas las fases del montaje. Cerciórese al mismo tiempo de que esta realización práctica coincide en todo con el esquema teórico. Asegúrese también de que no existen soldaduras falsas pueden ser causa de anomalías en el funcionamiento del receptor.



Fotografía de la pletina montada.

lección práctica 34

Montaje de un receptor AM-FM de alta calidad - Tercera etapa: Incorporación al chasis de la botonera y la pletina de F.I.

INTRODUCCION

Esta etapa del alambrado tiene por objeto la incorporación al circuito general del receptor de la pletina que hemos alambrado en la fase anterior y del conmutador de botonera.

El conmutador de botonera que vamos a emplear en nuestro montaje está provisto de seis pulsadores y lleva incluidas las bobinas y los *trimmers* de las diversas bandas que el receptor puede sintonizar en AM. Esa circunstancia, que nos permite simplificar notablemente el montaje, no debe hacernos pensar que nuestro proceder es poco profesional. Al contrario, en el comercio de componentes electrónicos tanto la botonera como los sintonizadores de FM se suministran montados. Deberá tratar con mucho cuidado este componente del receptor cuando trabaje sobre él, para no dañar las bobinas, cosa que sería fatal en el montaje.

LA BOTONERA

La botonera tiene el aspecto que puede ver en las fotografías. Por la parte superior emergen dos hilos (amarillo uno y negro otro) que deberán, en su momento, conectarse al tándem de sintonía. También emergen dos conductores de malla trenzada, que son los retornos a la botonera de los otros dos conductores mencionados.

En la cara superior están situadas las seis bobinas y los seis *trimmers* correspondientes a las bandas de AM del receptor.

Observará también un gran número de contactos sin conexión. Algunos los utilizaremos en el curso del montaje; pero otros quedarán sin conexión, incluso cuando el receptor esté definitivamente alambrado.

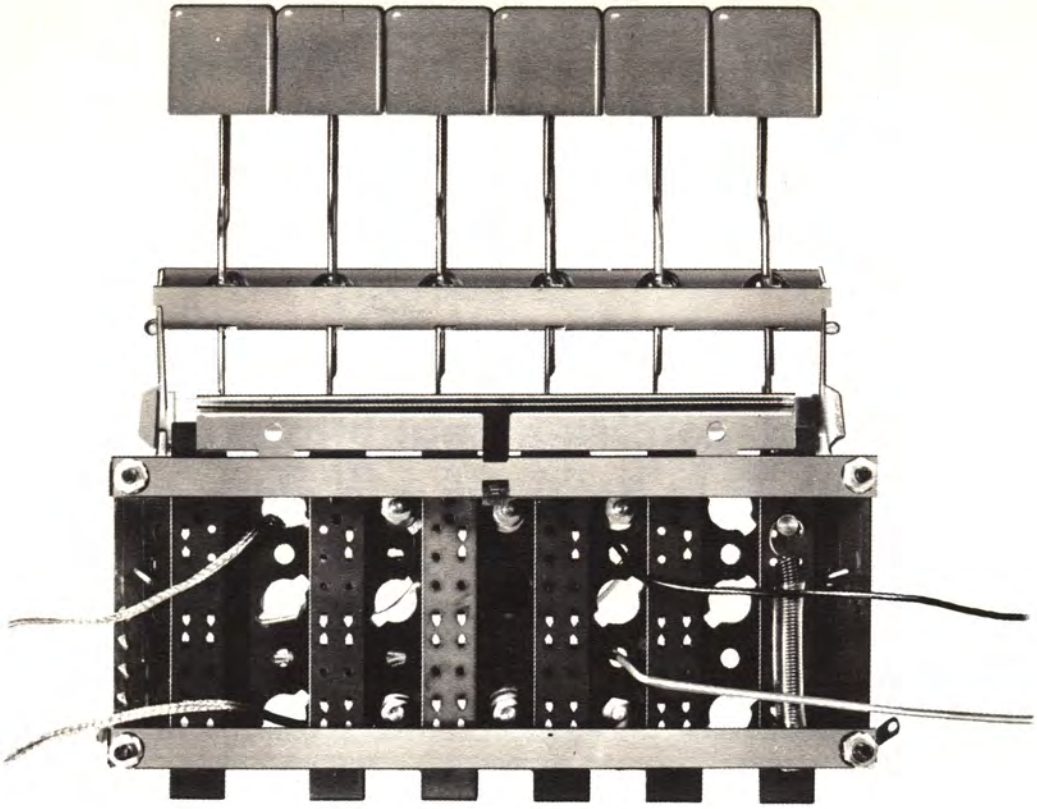
El esquema del alambrado de esta botonera (salvo detalles accesorios) es el que aparece cuando describimos los receptores mixtos. Se fija con cuatro espárragos roscados provistos de dos tuercas y una arandela. Estos espárragos son los que se destinan a fijar la botonera al chasis, pasándolos a través de los orificios ranurados J, K, H, I. Antes de apretar las tuercas de fijación se tendrá la precaución de que la botonera quede próxima a la cara anterior del chasis. Desplácela en este sentido todo lo que permitan los orificios ranurados.

Al colocar la botonera se harán pasar las dos mallas trenzadas a través de los orificios del chasis que señalamos con las letras L y M. Los hilos amarillo y negro deben, en cambio, quedar por la parte inferior.

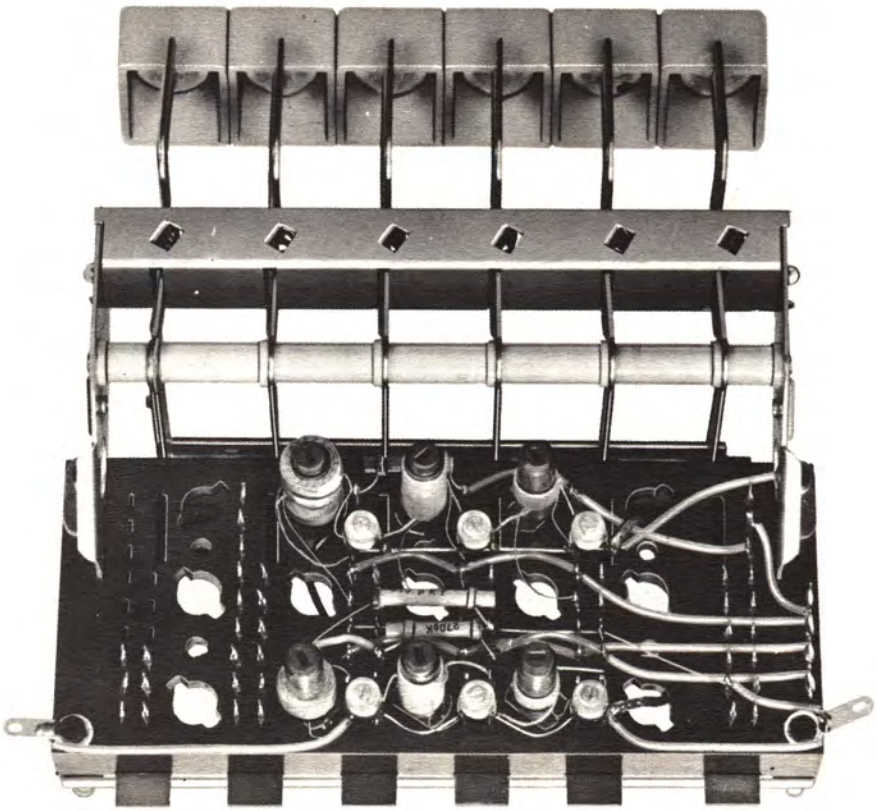
COLOCACION DE LA PLETINA DE F.I.

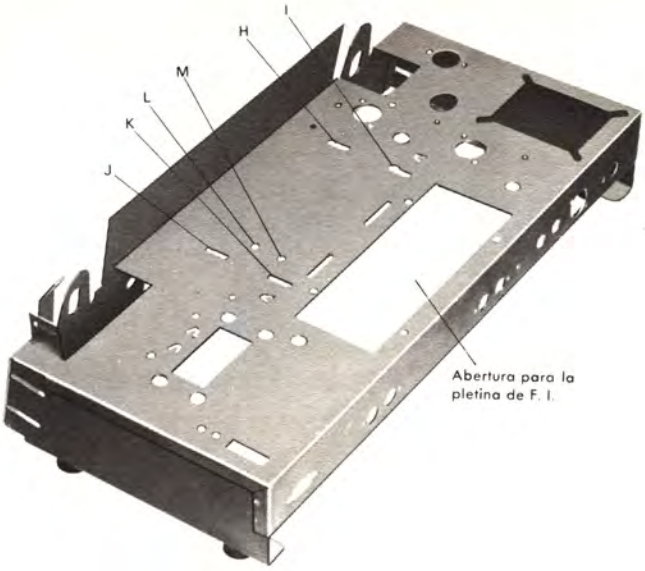
Se fija al chasis mediante cuatro tornillos de 1/8, 6 mm. Los únicos detalles a tener en cuenta son:

1. Que la pletina se atornilla quedando fijada al chasis por debajo y con el lado de la regleta de conexiones próximo a la botonera.



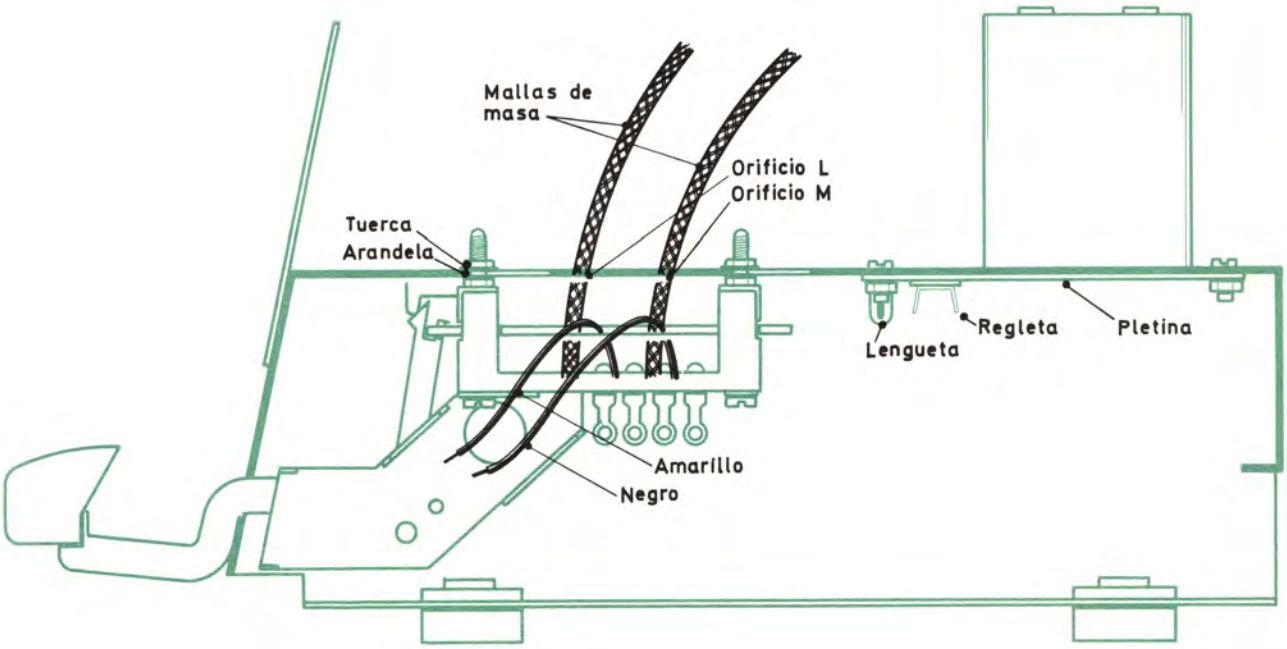
He aquí la botonera que emplearemos en nuestro montaje.





2. Que en los tornillos de fijación del lado de la regleta de conexiones se habrán incluido sendas lengüetas de soldadura.
3. Que a los tornillos de fijación se habrán añadido arandelas grower para asegurar el contacto eléctrico.

En esta fotografía del chasis se indican los taladros de fijación de la botonera y la pletina.

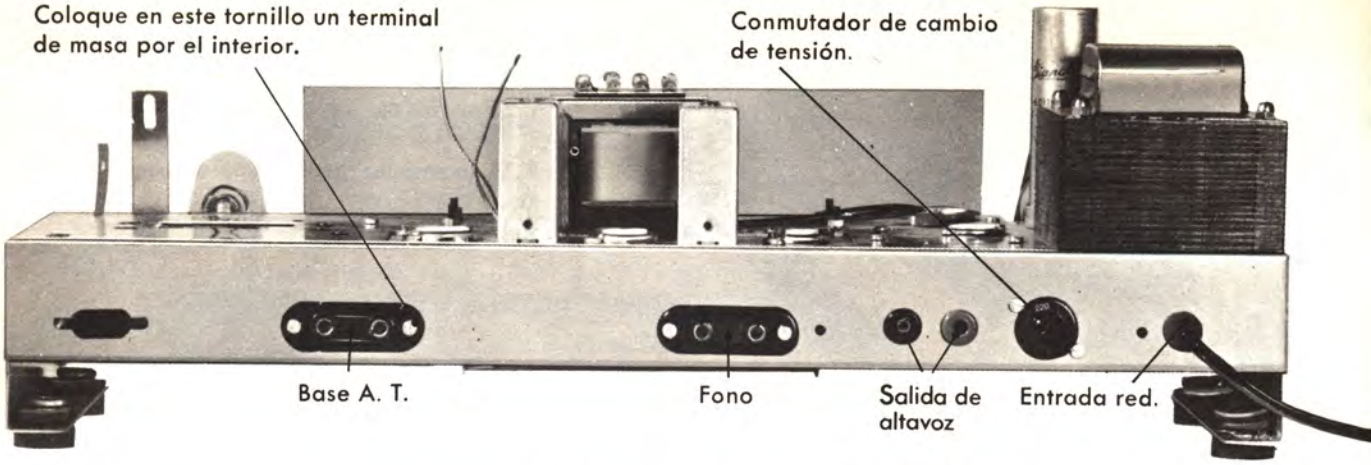


Vista en sección donde se detalla la forma de colocar la botonera y la pletina de F.I.

COLOCACION DE LAS PLAQUITAS DE FONO Y ANTENA-TIERRA

Se situarán en la parte posterior del chasis, en los taladros que éste lleva practicados al efecto.

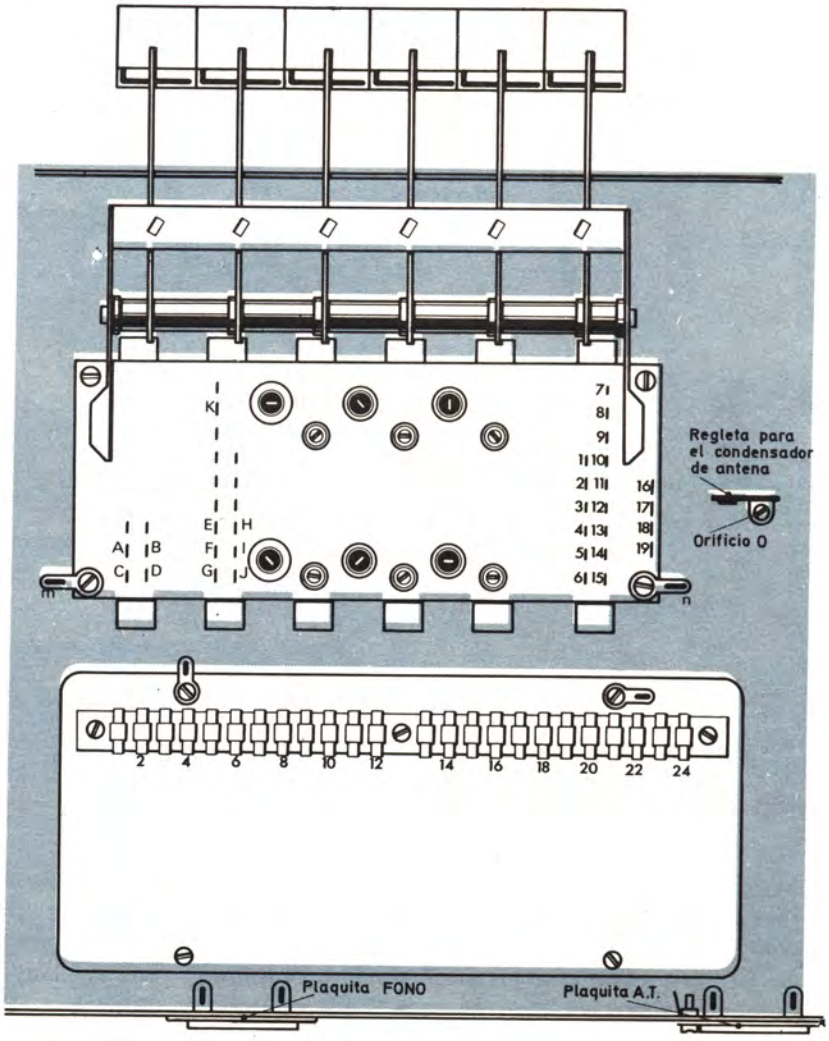
Se utilizan para ello tornillos de 1/8, 6 mm. Unicamente es preciso tener en cuenta que en uno de los tornillos de fijación de la plaquita marcada A-T (antena-tierra), más concretamente en el tornillo próximo al terminal marcado T, se incluirá una lengüeta de soldadura. No olvide este detalle.



Vista de la parte posterior del chasis con las plaquitas de A-T y FONO incorporadas.

COLOCACION DE LA REGLETA DE CONTACTOS

La única regleta empleada en esta fase del montaje tiene un solo terminal aislado. Se fijará en el orificio O con un tornillo de 1/8, 6 mm, tal como puede apreciarse en los gráficos. Esta regleta se destina a servir de soporte al condensador de entrada de antena.



Situación en el chasis de los elementos incorporados en esta fase del montaje.

ALAMBRADO

Las operaciones de alambrado en esta fase se reducen a las conexiones que es preciso efectuar entre la pletina de F.I. y la botonera, y entre ambas con el amplificador de B.F. y la fuente de alimentación.

Deberá ponerse especial cuidado en las soldaduras que se efectúan en los terminales de la botonera, puesto que si se calientan demasiado con el soldador pueden perder su elasticidad. Para conseguir buenas soldaduras sin calentar en exceso los contactos es necesario que el soldador esté bien limpio y estañado; y dado que los terminales están muy próximo entre sí, la punta no ha de ser excesivamente roma; debe afinarse mediante una lima si es preciso.

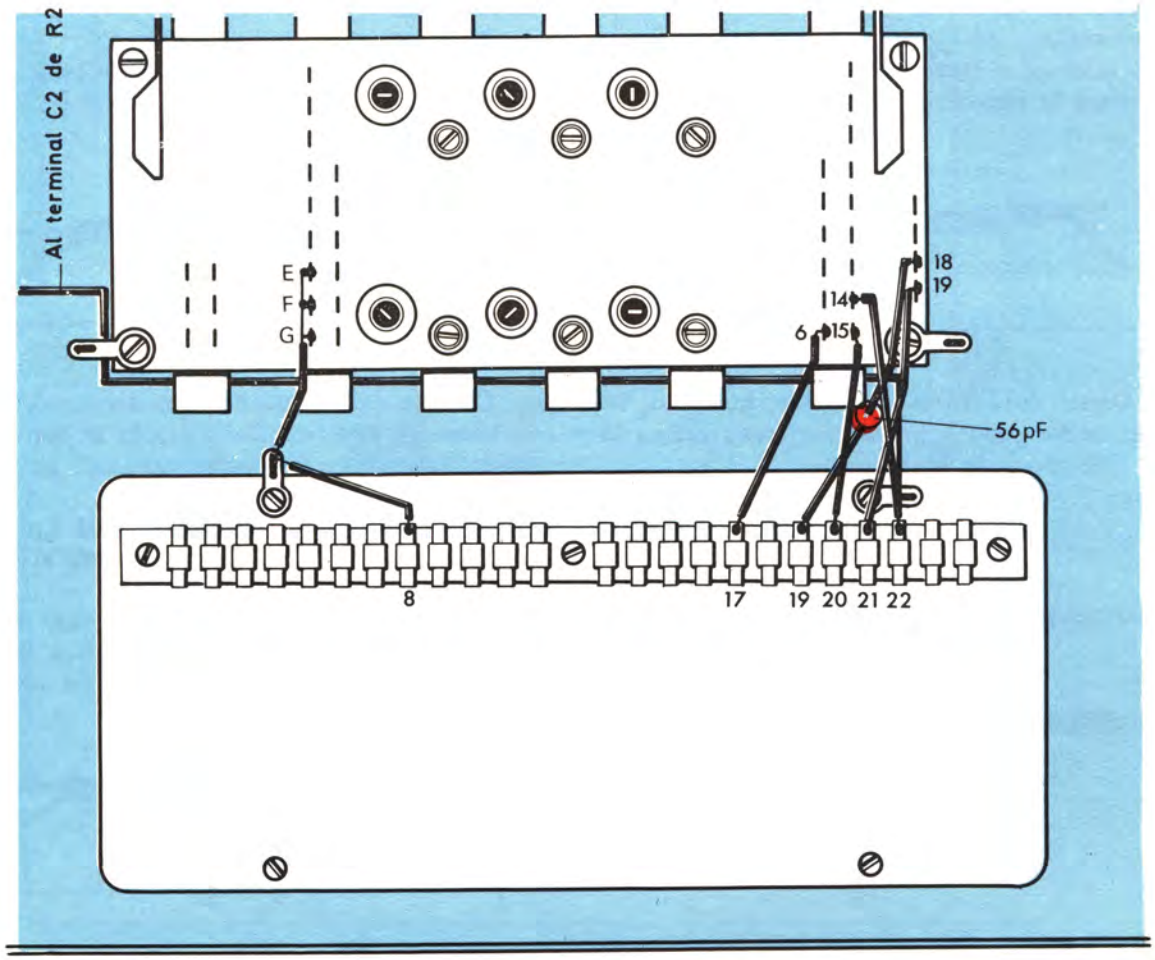
Si para efectuar las soldaduras se emplea pasta desoxidante —cosa que con un poco de destreza en el manejo del soldador puede evitarse—, se utilizará en cantidades mínimas.

Para facilitar el trabajo conviene que siga el orden de alambrado que a continuación indicamos.

CONEXIONES ENTRE LA BOTONERA Y LA PLETINA

1. Con hilo de retención cubierto con macarrón, conecte el terminal 17 (s) de la regleta con el terminal 6 (s) de la botonera.

2. Con hilo de retención cubierto con macarrón, conecte el terminal 20 (s) de la regleta con el terminal 15 (s) de la botonera.



Fases de montaje de la 1.ª hasta la 8.ª

3. Con hilo de retención cubierto de macarrón, conecte el terminal 19 (s) de la botonera con el terminal 21 (s) de la regleta.

4. Conecte un condensador de 56 pF desde el terminal 19 (s) de la regleta al terminal 18 (s) de la botonera. Cubra con macarrón los terminales del condensador.

5. Con hilo de retención cubierto de macarrón, conecte el terminal 14 (s) de la botonera con el terminal 22 (ns) de la regleta.

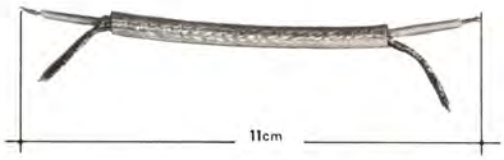
6. Con hilo de conexión color rojo, conecte el terminal 22 (s) de la regleta de la pletina de F.I. con el terminal C_z de la regleta R_z del amplificador de B.F.

7. Con hilo de retención, conecte los terminales E (s), F y G (ns) de la botonera con la lengüeta más próxima (s) situada en el tornillo de fijación de la pletina.

8. Con hilo de retención, conecte el terminal 8 (ns) de la regleta de la pletina con la lengüeta (s) situada en el tornillo de fijación más próximo.

CONEXIONES CON CABLE BLINDADO

9. Corte un trozo de cable blindado de 11 cm de longitud y prepárelo tal como indica la figura. Protéjalo con macarrón. Conecte este cable entre el terminal 24 (s) de la pletina y el terminal 8 (s) de la botonera. Observe en el dibujo que la malla de blindaje va conectada a masa por un extremo a través de la lengüeta situada en uno de los tornillos de fijación de la pletina, y por el otro también a través de una lengüeta de que va provista la botonera.



10. Corte dos trozos de cable blindado de 13'5 cm de longitud y préparelos como indica la figura. Cúbralos con macarrón.

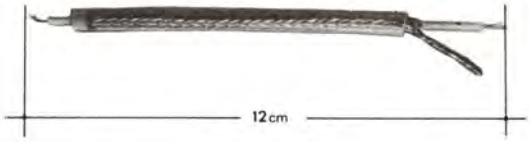
Conecte uno de ellos entre el terminal 9 (s) de la regleta de la pletina y el terminal 3 (s) de la botonera. Conecte el otro entre el terminal 7 (s) de la regleta y el terminal 1 (s) de la botonera.

Observe que las mallas de estos cables se conectan a masa sólo por un extremo y los dos al mismo punto: el terminal 8 (s) de la regleta, al que previamente se había conectado un hilo de retención.

11. Corte un trozo de cable blindado de 12 cm de longitud.

Prepárelo como indica la figura.

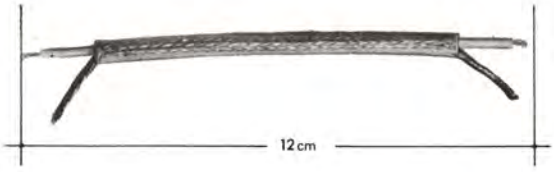
Cúbralo con macarrón y efectúe estas conexiones:



Conecte este cable entre el terminal 2 (s) de la botonera y el terminal J (s) de la botonera. El trozo de malla que emerge por este extremo se conecta al terminal G (s).

12. Conecte un condensador de 22 KpF, 400 V, desde el terminal I (s) de la botonera al terminal K (ns) de la misma.

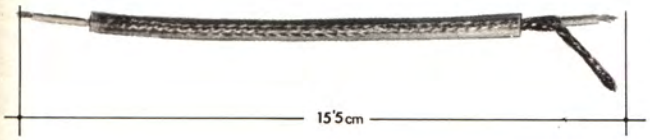
13. Corte un trozo de cable blindado de 12 cm de longitud y prepárelo como indica la figura. Cúbralo con macarrón y haga lo que sigue:



Conecte un extremo del conductor interno al terminal H (s) y la malla del mismo extremo al terminal F (s). Por el otro, conecte el conductor

interno a uno de los contactos (s) de la plaquita fono y la malla al otro (s).

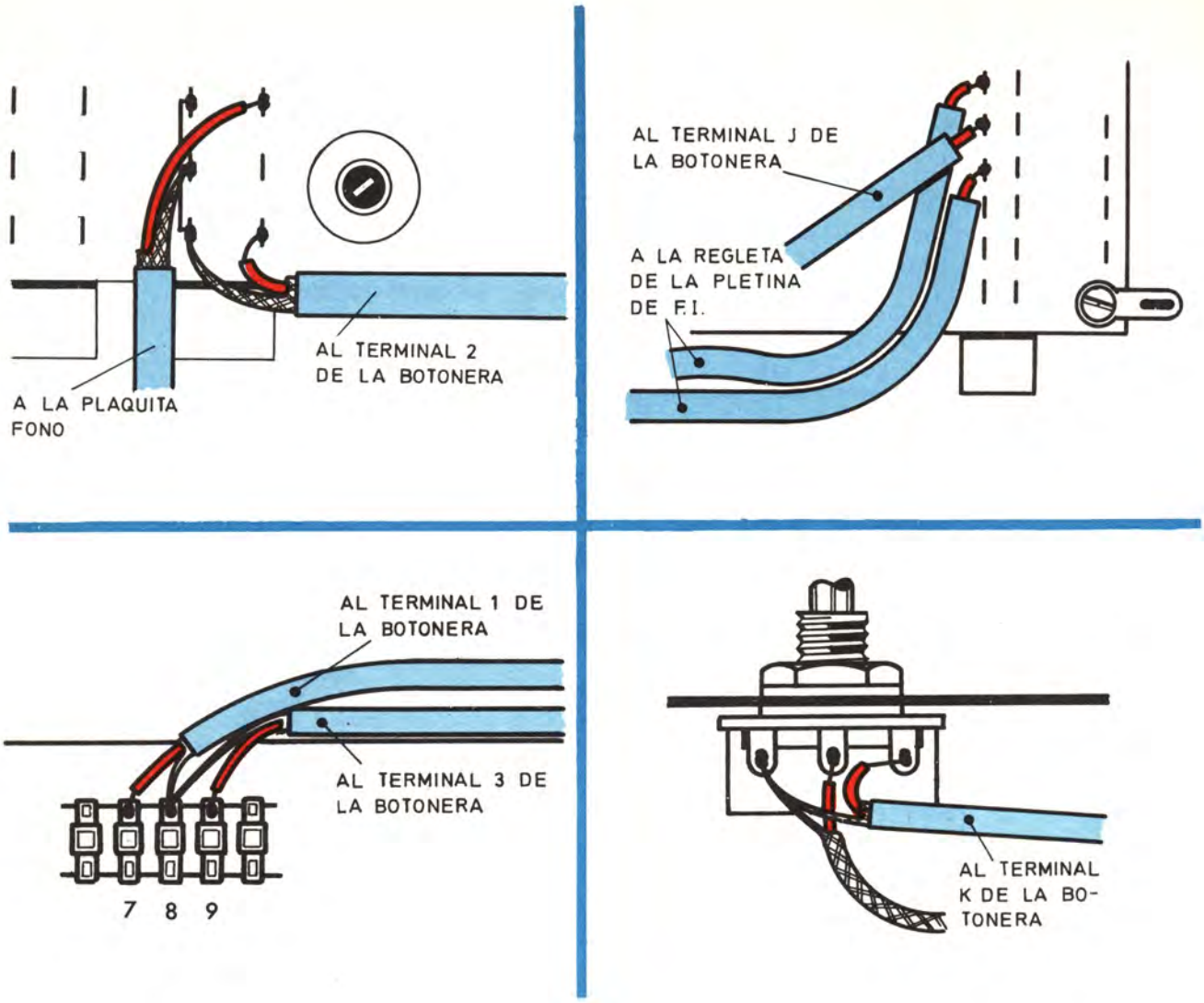
14. Corte un trozo de cable blindado de 15'5 cm de longitud y prepárelo como indica la figura.



Cúbralo con macarrón y conecte el conductor de un extremo al terminal K (s) de la botonera. Por el otro extremo conecte el conductor interno al terminal C_1 (s) del potenciómetro y la malla al terminal A_1 (s) del mismo potenciómetro.

15. Con malla de la que se emplea en los cables blindados, conecte las lengüetas *m* y *n* de la botonera a las lengüetas especialmente troqueladas en el chasis que aparecen situadas justo debajo de las antedichas (*m* y *n*).

Fases de montaje de la 9.ª a la 15.



Cuatro detalles del montaje.

CONEXION DE LA LINEA DE FILAMENTOS

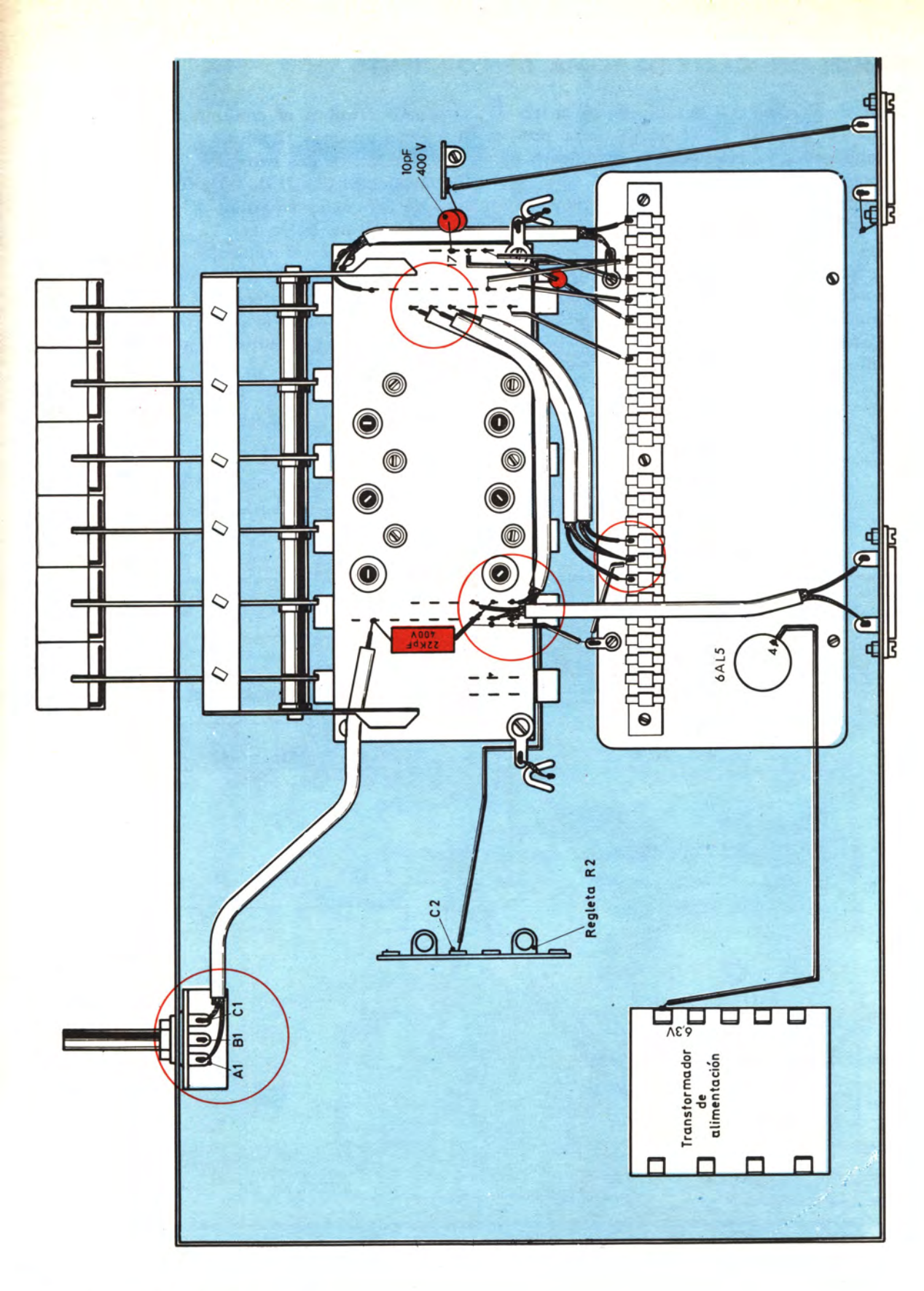
16. Se reduce a conectar la patilla 3 (s) del zócalo C de la pletina con el terminal de 6'3 V del transformador de alimentación que no está conectado al chasis. Efectúe esa conexión con hilo de color negro, como es norma general en los montajes industriales.

CONEXION DE LA ENTRADA DE ANTENA

17. Conecte un condensador de 10 KpF, 400 V, desde el terminal 17 (s) de la botonera al terminal aislado (ns) de la regleta que está inmediatamente debajo.

18. Desde ese mismo terminal (s), conecte un hilo de color verde al terminal marcado A de la plaquita A-T (s).

19. Conecte el terminal T (s) de la plaquita a la lengüeta situada sobre el tornillo de fijación inmediato.



Fases de montaje de la 16.ª a la 19.ª.

CONEXION DEL CABLE DE TOMA DE CORRIENTE

Si usted, de acuerdo con lo indicado en la lección 32, hizo conexiones provisionales para probar el amplificador, ahora deberá modificarlas para conectarlas definitivamente así:

1. Pase el cable bipolar a través de la goma de protección y haga en él un nudo a unos 18 cm del extremo.

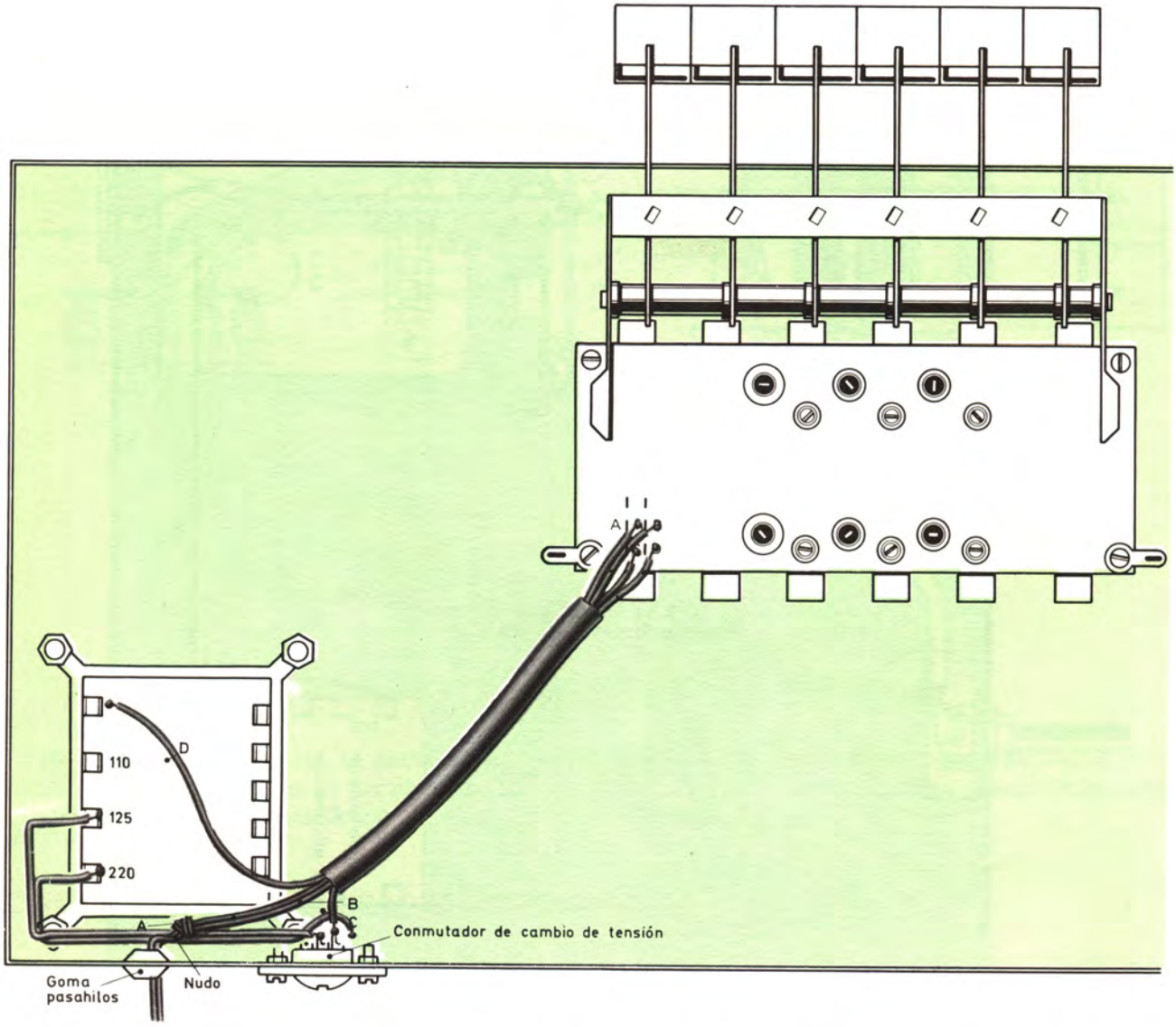
2. Corte dos trozos de cable amarillo de unos 20 cm; suelde uno al terminal O del transformador y otro al terminal central de conmutador de cambio de tensión.

3. Reúna esos dos cables con el de entrada de corriente y cubra el conjunto con un trozo de macarrón de unos 12 cm.

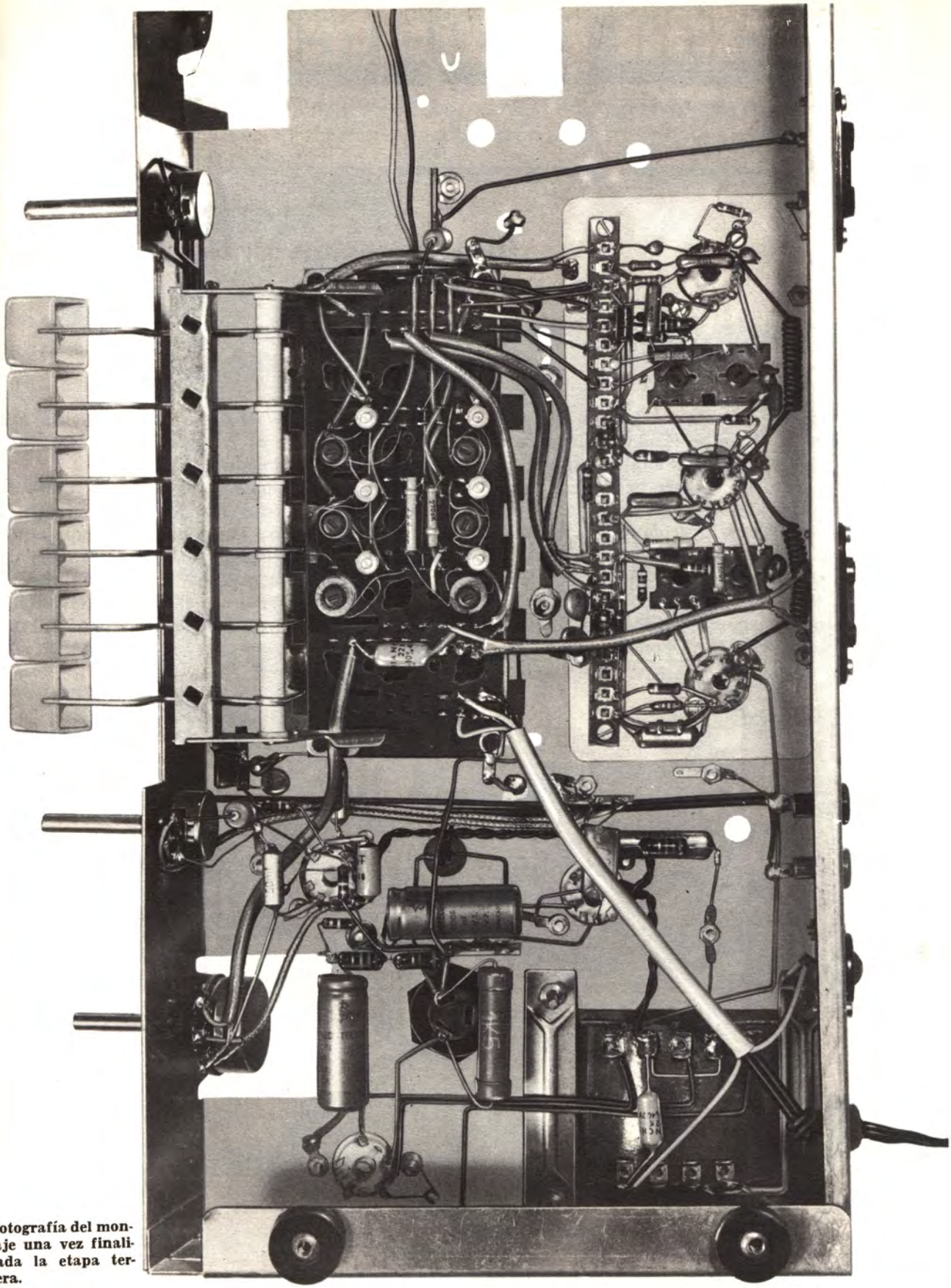
4. Suelde los dos extremos del cable bipolar a los terminales C y D de la botonera, y los extremos de los cables amarillos a los terminales A y B de la misma botonera.

Antes de efectuar esta operación corte los cables si son demasiado largos.

Como puede comprobar, la finalidad de estas operaciones ha sido, sencillamente, intercalar el interruptor en el circuito del primario del transformador.



Disposición definitiva del conexionado de entrada de corriente y cambio de tensión.



Fotografía del montaje una vez finalizada la etapa tercera.

lección práctica 3-5

Incorporación del sintonizador de FM y del ojo mágico

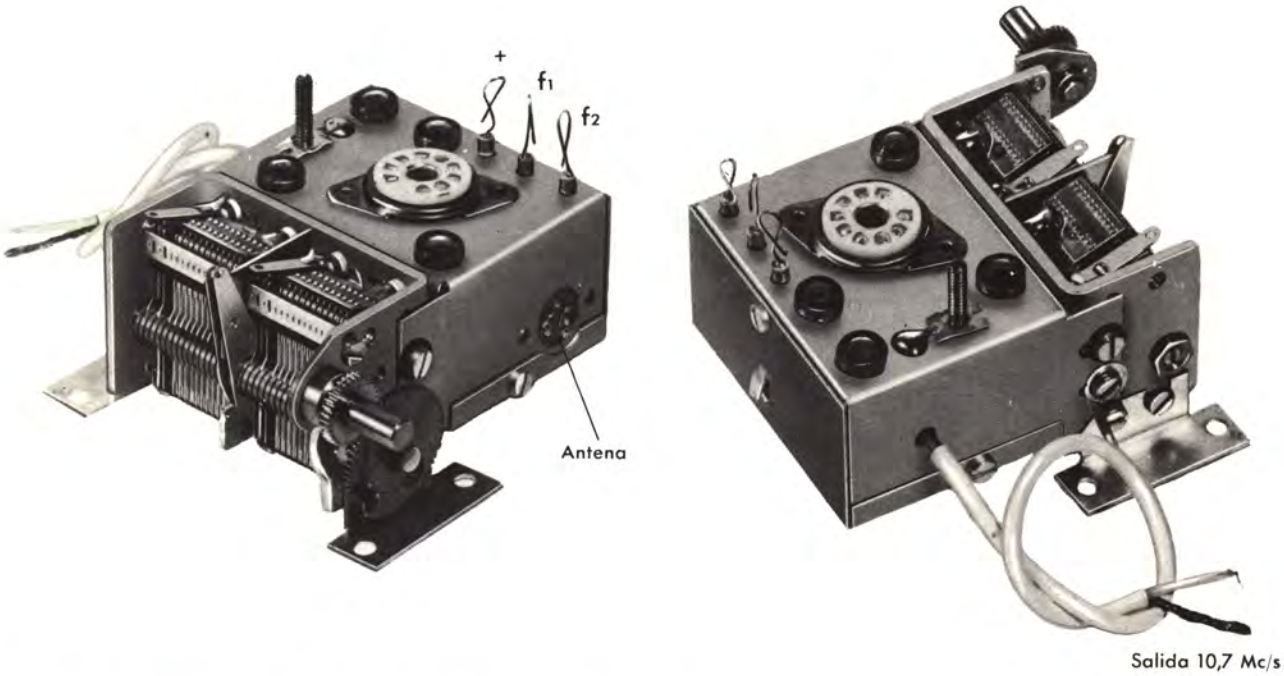
INTRODUCCION

Con esta fase del montaje daremos fin al alambrado de nuestro receptor. Fundamentalmente, sólo nos falta incorporar al montaje el sintonizador de FM y el ojo mágico, amén de algunos otros elementos accesorios.

El sintonizador lleva incorporado un tándem del tipo mixto; es decir, con dos secciones destinadas a la recepción en FM y otras dos a la recepción en AM.

Y puesto que hablamos del tándem, bueno será que hagamos una advertencia previa: *durante las operaciones de montaje y alambrado, conviene que el tándem esté cerrado a fin de no doblar inadvertidamente las láminas móviles.*

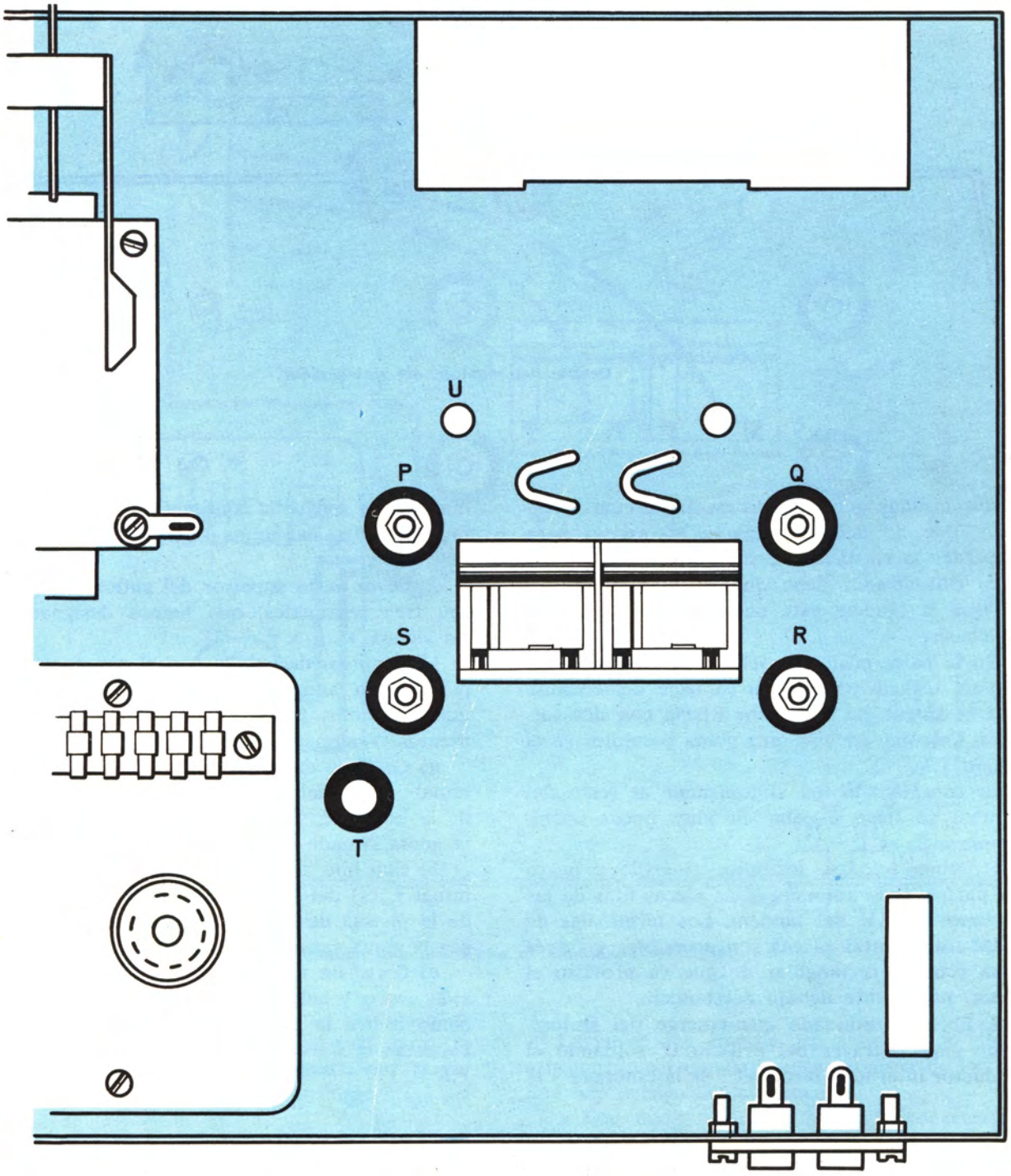
El ojo mágico empleado es la valvula EM84 de la serie Noval, cuyo zócalo no va situado en el chasis como los otros, sino unido al montaje por hilos flexibles y de longitud conveniente a fin de poder situarlo en la caja del receptor de manera que puedan observarse con facilidad los sectores luminosos, cuya mayor o menor extensión es el fiel de la sintonía.



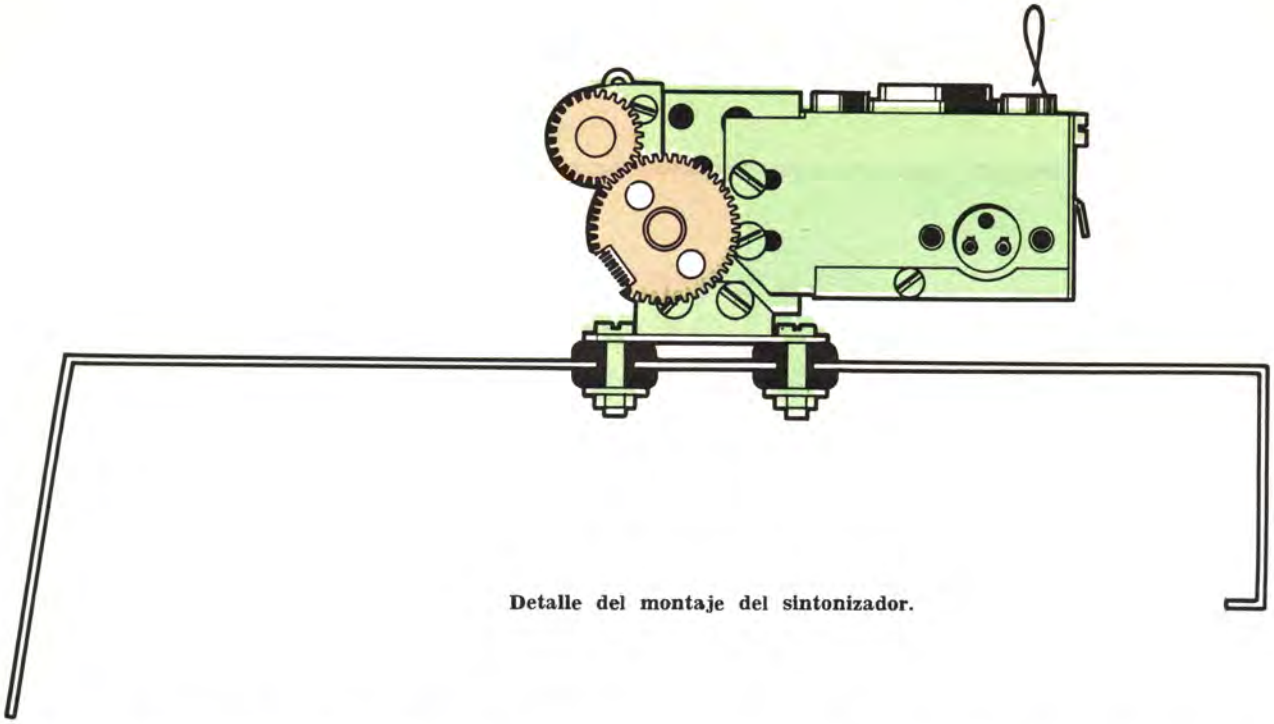
Este es el sintonizador de FM que emplearemos en nuestro montaje.

MONTAJE Y ALAMBRADO DEL SINTONIZADOR

En la fotografía del sintonizador puede observar que está provisto de dos escuadras, por medio de las cuales se fija al chasis. Para evitar el efecto de los choques y vibraciones, esta pieza se monta elásticamente sobre cuatro taquillos de goma que situaremos en los orificios P, Q, R y S.



Situación relativa de los componentes que intervienen en el montaje del sintonizador.



Detalle del montaje del sintonizador.

El sintonizador queda fijado mediante cuatro tornillos, que no deben apretarse en exceso para no perder la elasticidad pretendida.

El sintonizador debe quedar situado de forma que el tándem esté hacia la parte anterior del chasis.

En la parte posterior del chasis se ha troquelado un orificio para situar la base del enchufe para la antena de FM. Debe fijarla con dos tornillos. Coloque, además, una goma pasahilos en el orificio T.

El conexionado del sintonizador al resto del montaje se lleva a cabo en muy pocas operaciones:

1. Deben soldarse los hilos amarillo y negro que parten de la botonera a las placas fijas de las secciones de AM del tándem. Los terminales de soldadura de estas placas son accesibles a través de la ventana rectangular de que va provisto el chasis, justamente debajo del tándem.

2. El cable blindado que emerge del sintonizador pasa a través del orificio U, soldando el conductor interno al terminal 7 de la botonera y la malla a la lengüeta contigua, en la cual, en la fase anterior, habíamos soldado ya la malla de otro cable.

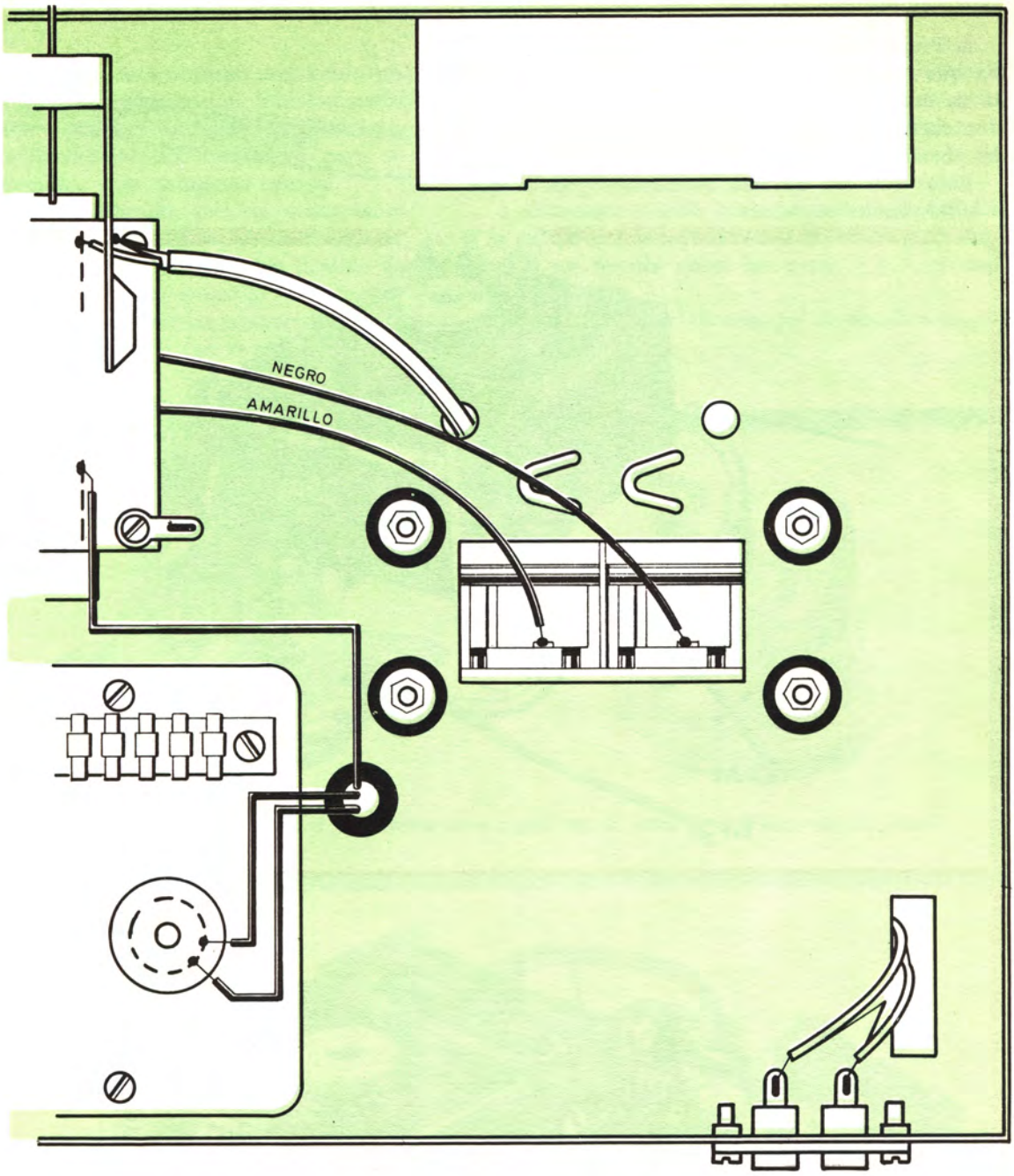
3. De la parte superior del sintonizador emergen tres terminales, que hemos designado con los signos +, f_1 y f_2.

El terminal designado con el signo + corresponde a la alimentación de alta tensión, y los que señalamos f_1 y f_2 a la alimentación de filamentos. Veamos sus conexiones:

a) Con hilo de conexión rojo se conecta el terminal + (s) del sintonizador al terminal 13 (s) de la botonera. Este hilo atraviesa el chasis por la goma situada en el orificio T.

b) Con hilo de conexión blanco, conecte el terminal f_1 (s) del sintonizador a la lengüeta L_1 (s) de la pletina de F.I. Este hilo atraviesa el chasis por la goma situada en el orificio T.

c) Corte un trozo de 36 cm de hilo de conexión negro, y bobine en un extremo 15 espiras tal como indica la figura. Es lo mismo que hizo al conectar la línea de filamentos de la pletina de F.I.



Vista inferior del chasis con las conexiones correspondientes al alambrado del sintonizador.

Conecte el extremo de la bobina al terminal f_2 (s) del sintonizador y el otro (pasándolo por la goma situada en el orificio f_1) al terminal 5 (s) del zócalo *A* de la pletina de F.I.

4. De los orificios L y M salen dos mallas que vienen de la botonera. La malla que pasa por el taladro M debe soldarse a la lengüeta situada al lado izquierdo del sintonizador (viéndolo desde la parte del tándem).

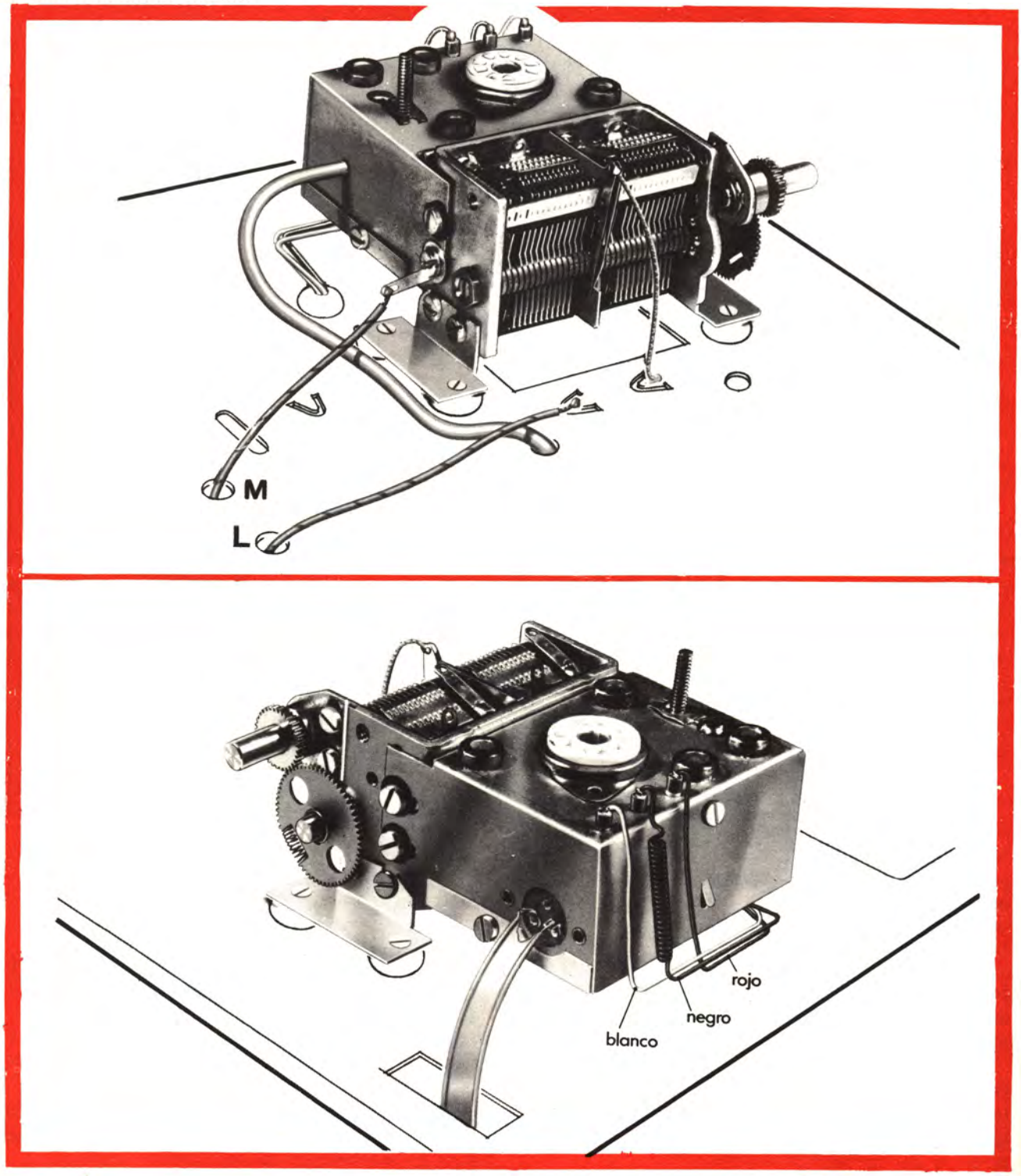
La malla que emerge del orificio L se suelda a la lengüeta troquelada más próxima de las dos que hay debajo del tándem.

5. Con malla de cable blindado conectará el frotador central del tándem a la segunda lengüeta, troquelada en el chasis,

Una vez efectuada esta conexión debe asegurarse, abriendo el tándem, de que la malla no impide el movimiento de las láminas móviles.

6. Prepare un trozo de cable anfenol en la forma que indica la figura. Conecte con él la entrada de antena del sintonizador a la base de conexión correspondiente situada en la parte posterior del chasis.

Éstas son las últimas conexiones por lo que al sintonizador se refiere.



MONTAJE Y ALAMBRADO DEL OJO MAGICO

El montaje se reduce a colocar una goma pasahilos en el orificio V próximo al transformador de alimentación y a preparar un zócalo Noval eliminando el collarín metálico que sirve para su fijación con tornillos y la chimenea central.

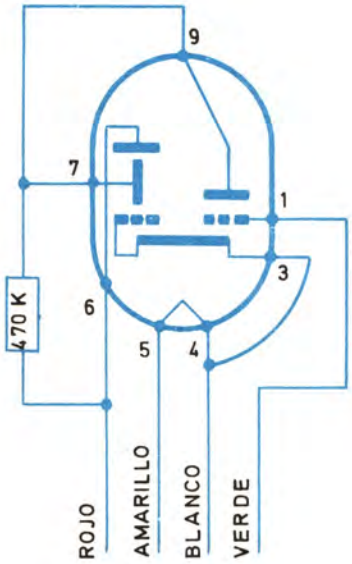
En cuanto al alambrado, precisa únicamente una resistencia de 470 KΩ, 0'5 W, un condensador de 10 KpF, 125 V, y un trozo de cable flexible de cuatro colores (rojo, blanco, amarillo y verde, por ejemplo). Siga este orden en las operaciones:

1. Descubra por un lado los cuatro extremos de los conductores del cable flexible y suelde el verde a la pata 1 del zócalo; el blanco a las patas 3 y 4 (efectuando un puente entre ellas) y el amarillo a la pata 5. Conecte el rojo a la pata 6, sin soldar por el momento.

2. Conecte un cabo de la resistencia de 470 KΩ a la pata 6 del zócalo (suelde) y con el otro cabo efectúe un puente entre las patas 7 y 9, soldando ambas.

Con esto queda terminado el alambrado del zócalo.

El zócalo Noval para el ojo mágico debe quedar sin el collar de fijación y sin la chimenea central.



Esquema teórico y realización práctica del conexionado del zócalo de la EM84.

Las conexiones con el resto del circuito se efectúan pasando el cable cuádruple a través de la goma situada en el orificio V.

Estas conexiones son:

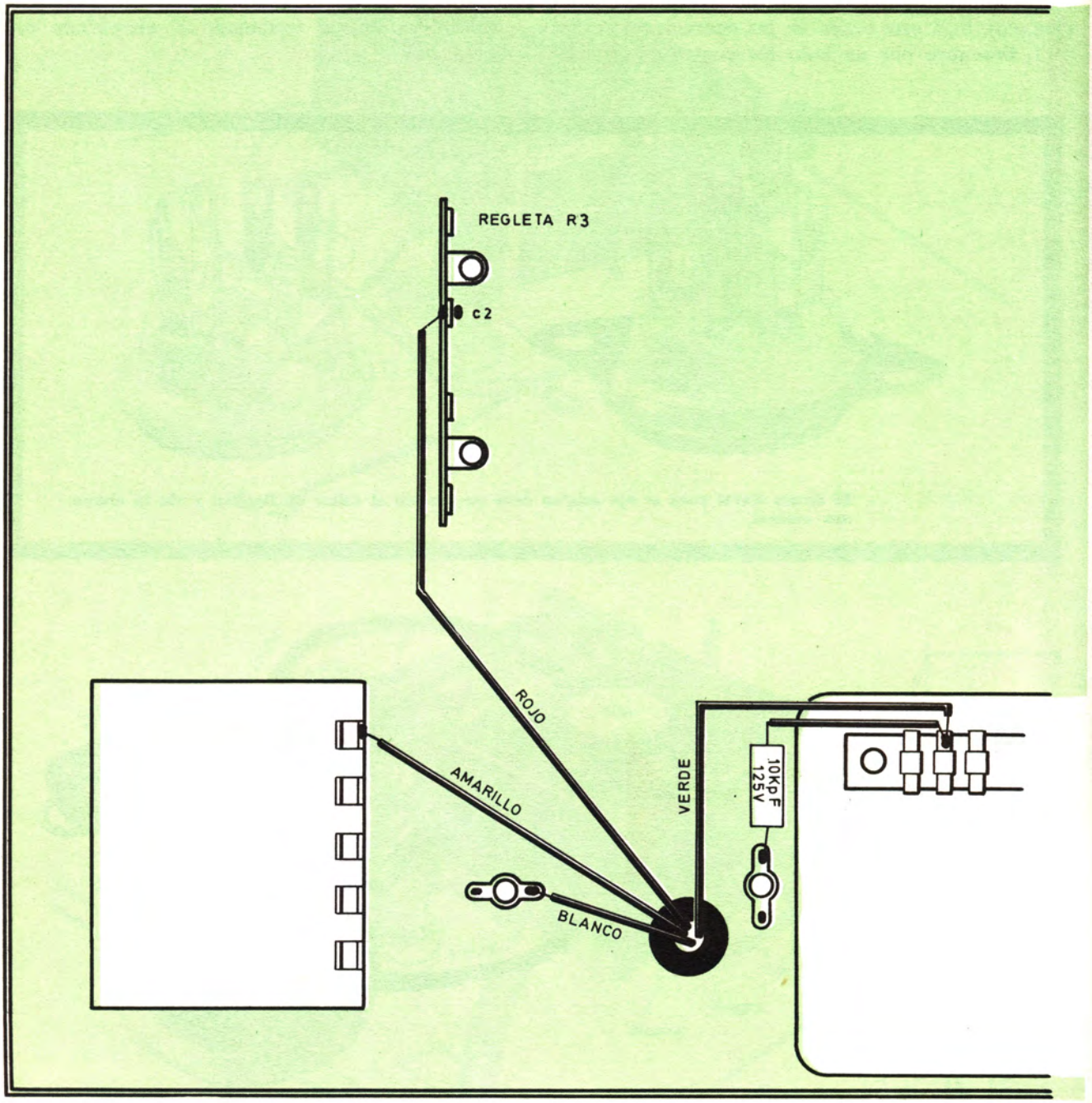
3. Soldar el hilo rojo al terminal c_2 de R_3.

4. Soldar el hilo amarillo al terminal de 6'3 V del transformador que no está conectado a masa.

5. Conectar el hilo blanco a la lengüeta L_3, sin soldar inmediatamente.

6. Conectar el hilo verde al terminal 2 (no soldar) de la regleta de la pletina de F.I.

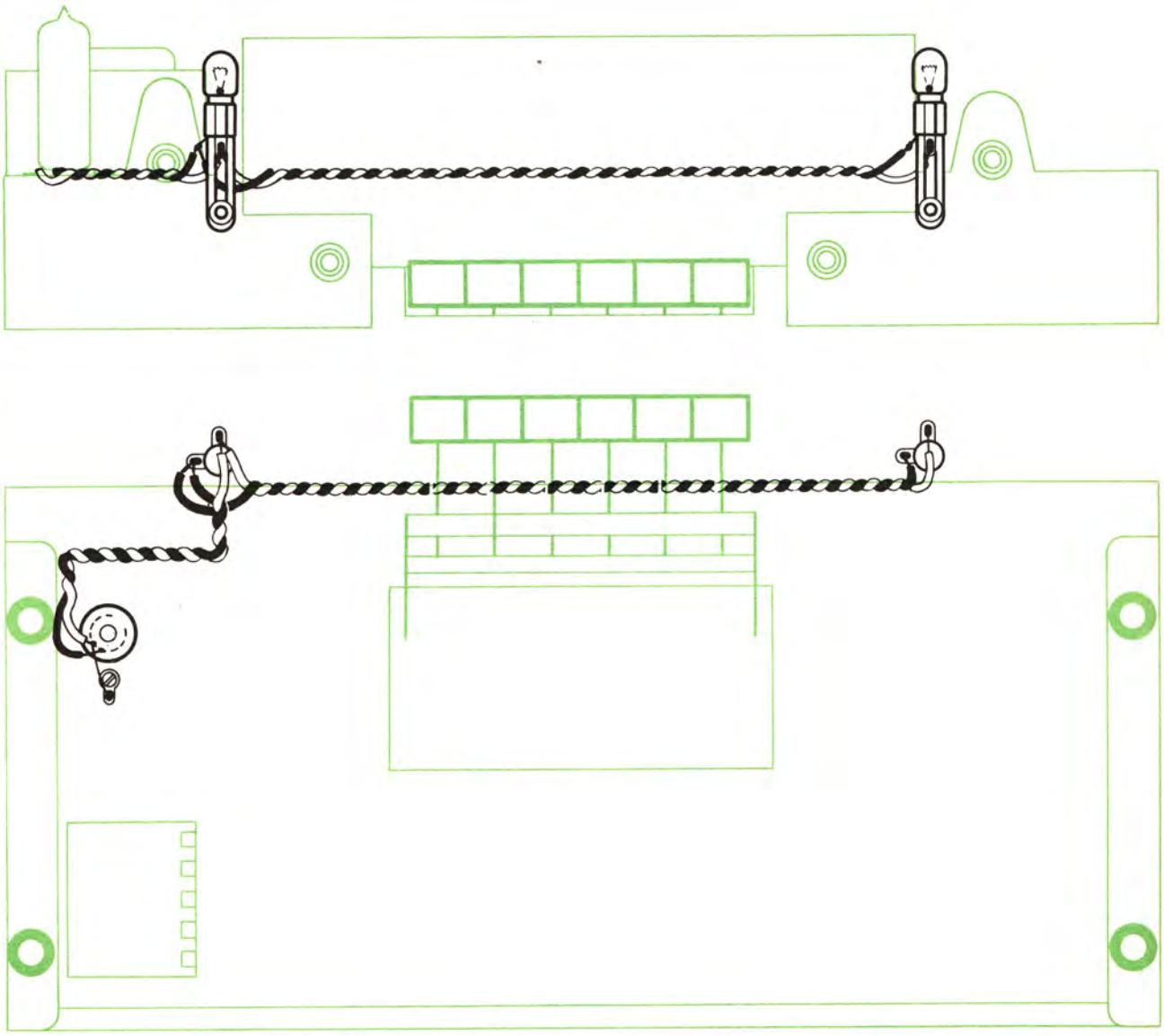
7. Conectar el condensador de 10 KpF entre el terminal 2 (s) de la regleta de la pletina de F.I. y la lengüeta (s).



Vista inferior del chasis, donde se indican las conexiones correspondientes al ojo mágico.

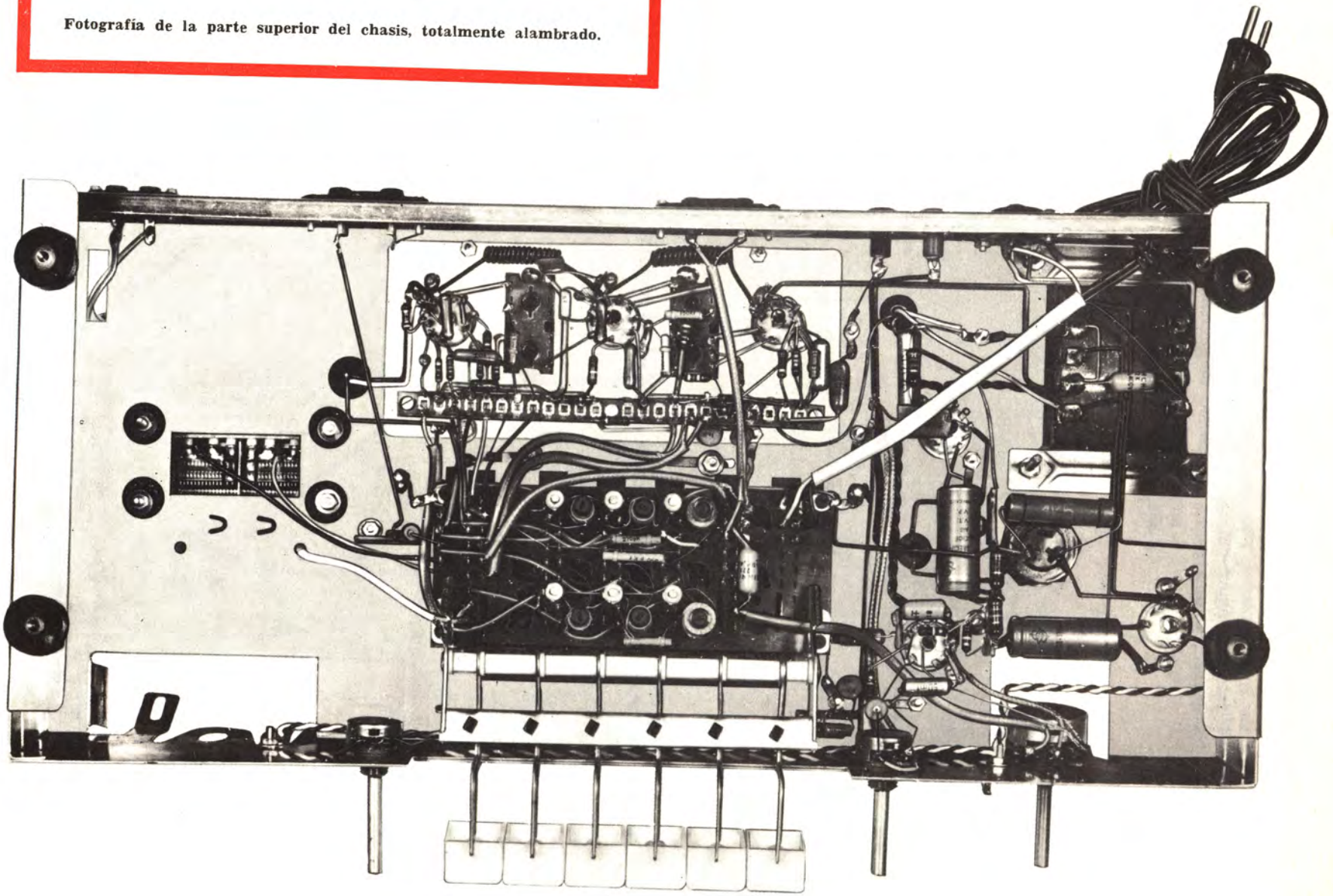
MONTAJE Y ALAMBRADO DE LOS PILOTOS

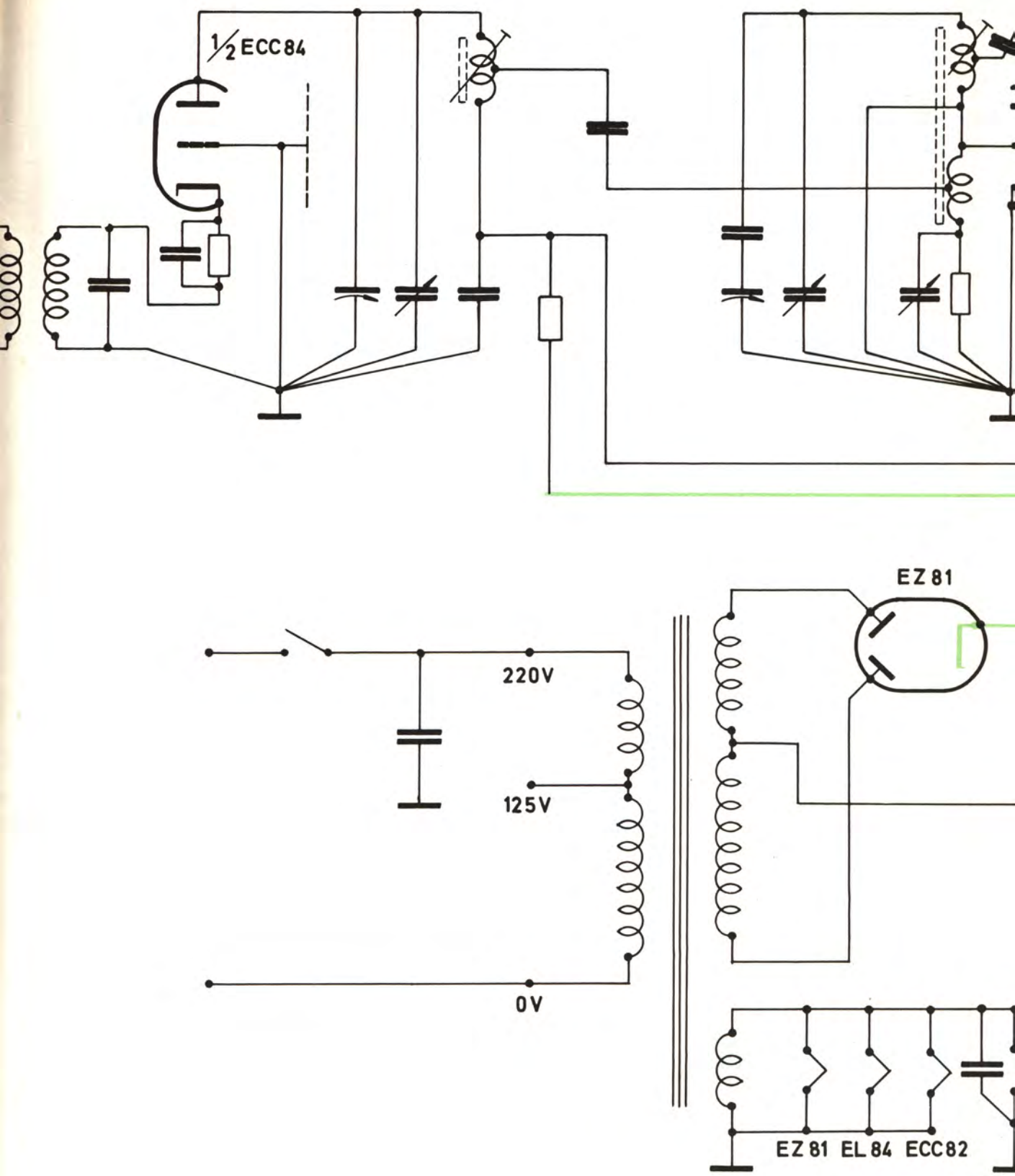
Los dos portapilotos se fijan mediante tornillos a la cara anterior del chasis. La figura indica la situación exacta de los dos portalámparas. La línea de toma de corriente para las dos lamparillas piloto debe soldarse a las patillas 4 y 5 del zócalo de la EZ81.

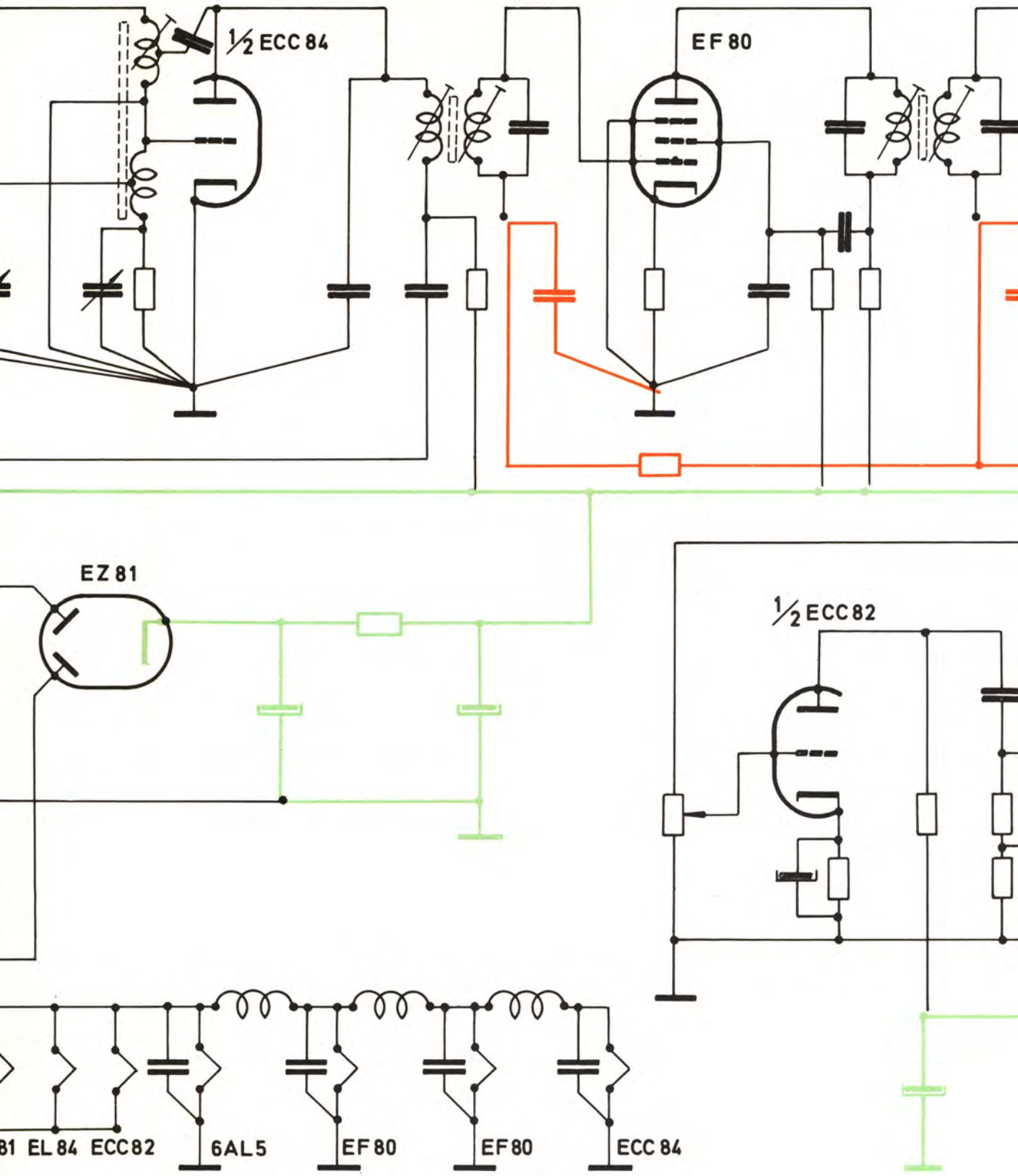


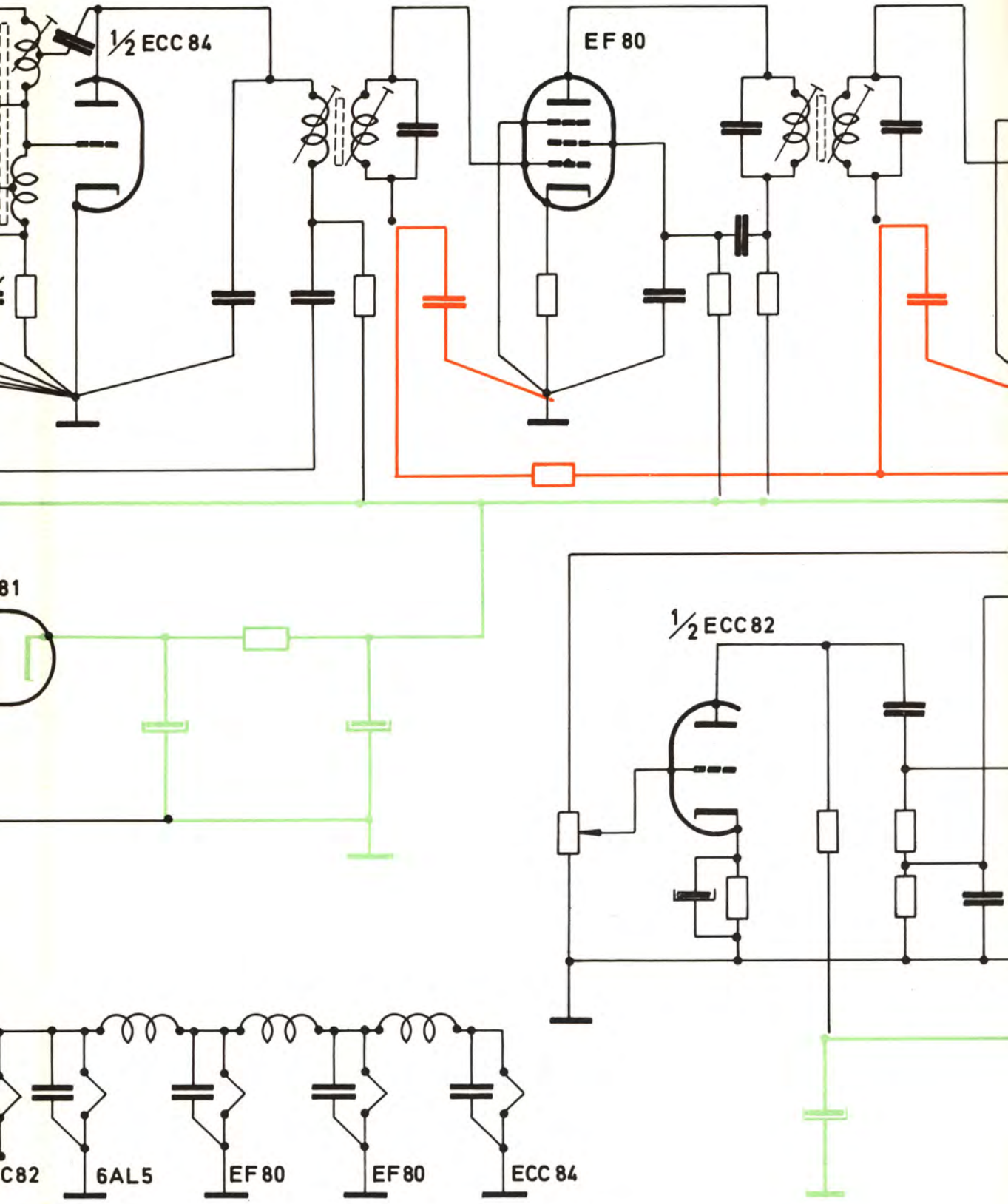
Con la anterior operación podemos dar por finalizadas las operaciones de alambrado sobre el chasis de nuestro receptor AM-FM. ¡ Enhorabuena !

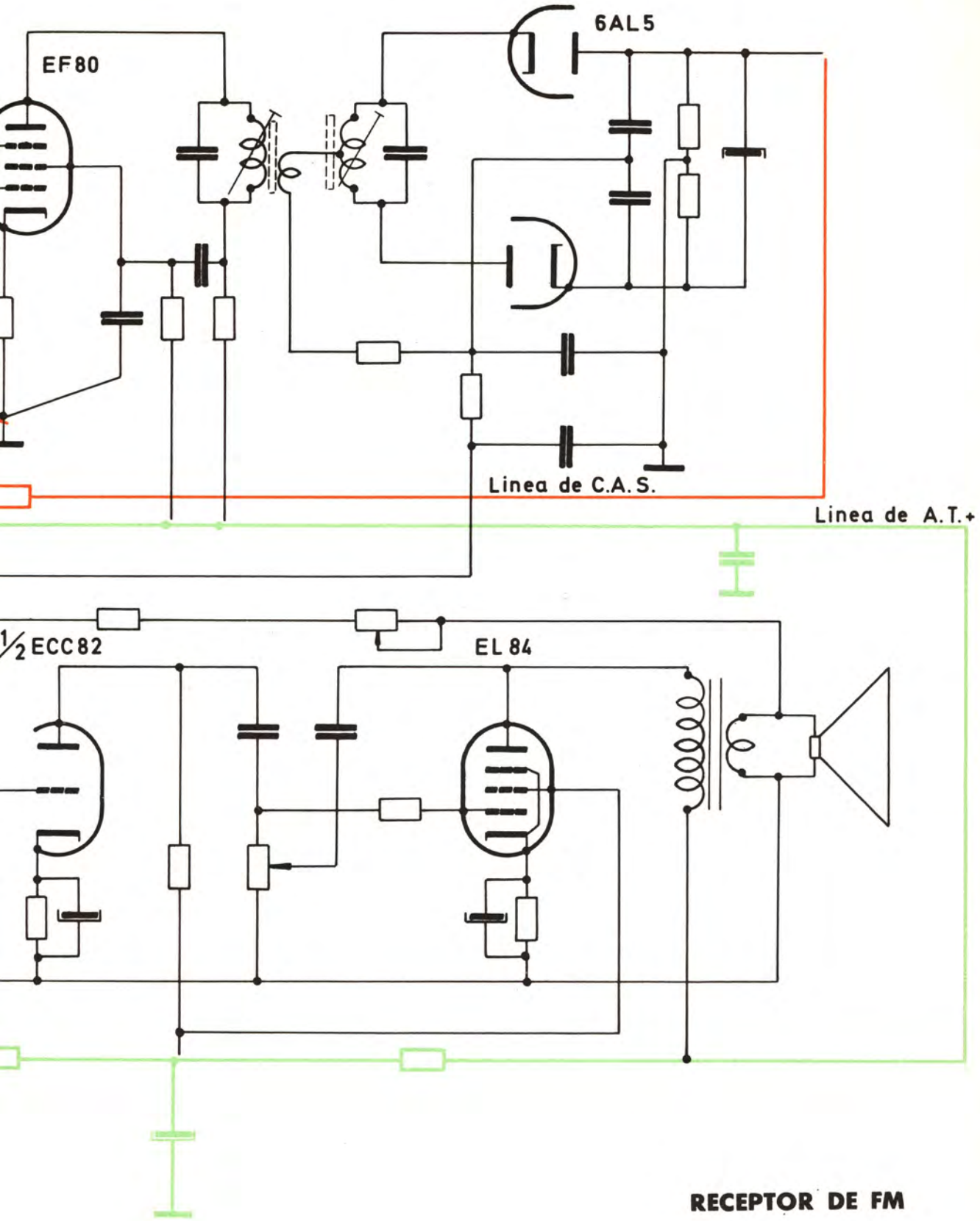
Fotografía de la parte superior del chasis, totalmente alambrado.



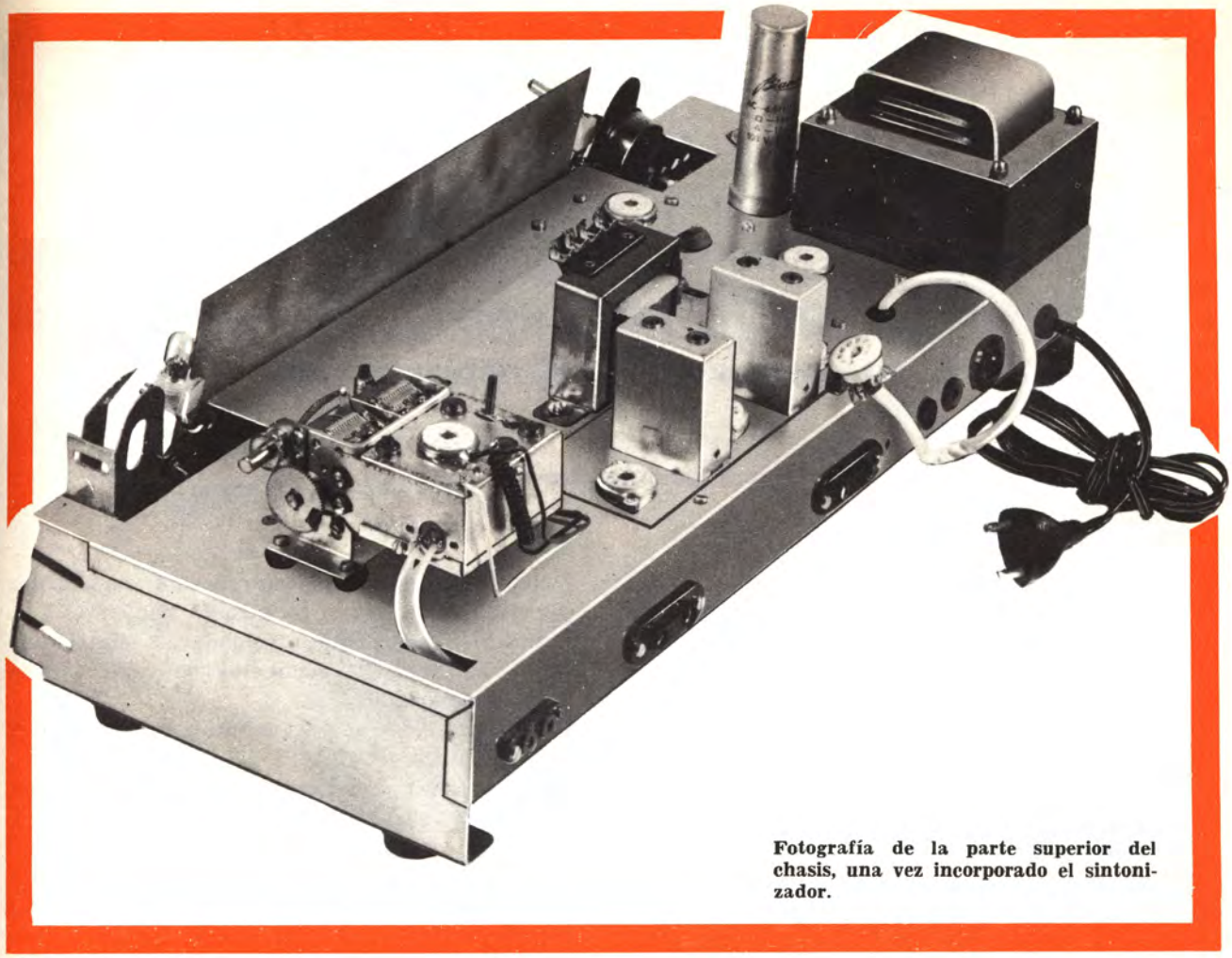

½ ECC84
EZ 81
220V
125V
0V
EZ 81 EL 84 ECC82


½ ECC 84
EF 80
EZ 81
½ ECC 82
81 EL 84 ECC 82
6AL5
EF 80
EF 80
ECC 84


½ ECC 84
EF 80
81
½ ECC 82
C82
6AL5
EF 80
EF 80
ECC 84



RECEPTOR DE FM



Fotografía de la parte superior del chasis, una vez incorporado el sintonizador.

Después de celebrarlo convenientemente, debe usted aplicarse a una tarea sumamente formativa: repasar el montaje, conexión por conexión, comprobando con la ayuda del esquema total del receptor (que aparece en la lección 32) que no existe ninguna conexión equivocada. En caso de encontrar algún error, proceda a su inmediata corrección. El receptor queda alambrado. Es cuestión, ahora, de tener un poco de paciencia y esperar las instrucciones de ajuste para disponer de un aparato que nos haga sentir el orgullo de nuestra condición de técnicos.

* * *

lección práctica 36

Montaje de un receptor superheterodino AM-FM. Puesta en marcha del receptor. Algunas averías típicas, su localización y reparación.

INTRODUCION

Vamos a partir de un supuesto: el de que, de acuerdo con el consejo que cerró nuestra anterior lección, usted ha repasado concienzudamente todo el alambrado. En este repaso o bien no ha encontrado ningún gazapo; o bien, si lo ha encontrado, su buen criterio le ha llevado a su rápida rectificación.

Si su proceder ha sido éste, ha llegado el momento de poner en marcha su receptor. Imaginamos que su impaciencia habrá llegado al «rojo vivo»; lo imaginamos y lo comprendemos, lo cual no nos priva de aconsejarle que es precisamente ahora cuando debe intentar frenar estos nervios y cuando debe proceder sin precipitaciones siguiendo, paso a paso, las indicaciones que encontrará en este capítulo. De otra forma podría ocurrir que el resultado de sus intentos de llevarse a un desánimo injustificado.

No sólo es posible, sino que es muy probable, que una vez situadas las válvulas en sus oportunos zócalos, que una vez conectados los altavoces a las correspondientes hembrillas y una vez conectado el receptor a la red, el resultado sea negativo. Es decir: es muy posible que el receptor se niegue a captar ni una sola emisión.

¿Fracaso total...? ¡Ni muchísimo menos! Las razones de este resultado pueden ser de tres tipos distintos:

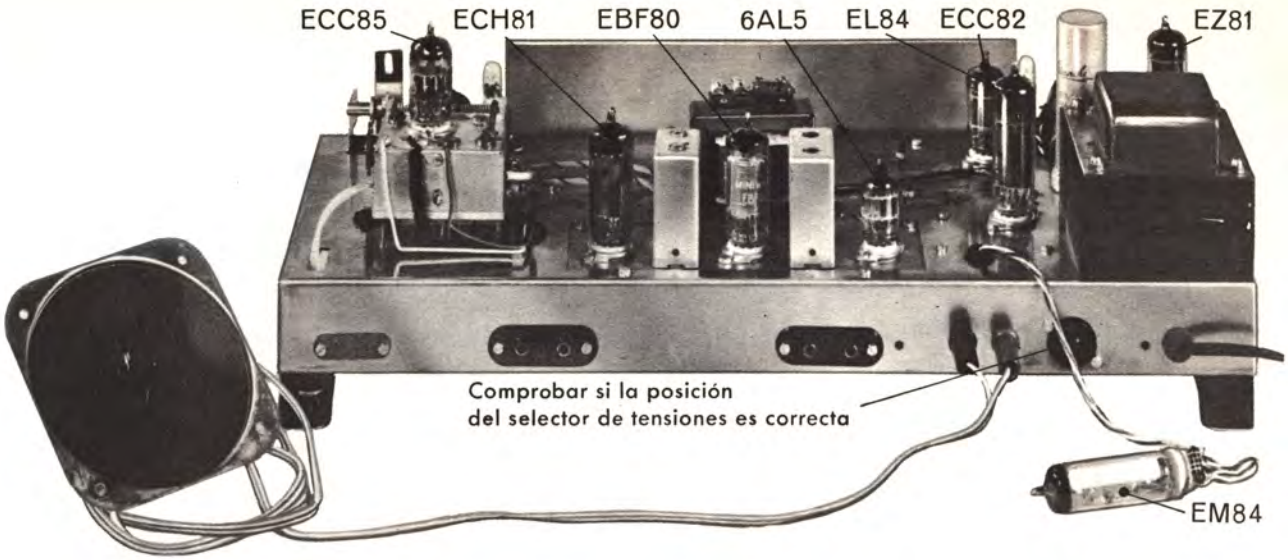
1. A pesar del cuidadoso repaso a que usted ha sometido el montaje, es posible que se le haya escapado algún detalle: soldaduras falsas, conexiones equivocadas, elementos de valor cambiado, por ejemplo.
2. Algún elemento del montaje puede estar en malas condiciones.
3. Aunque no existan razones comprendidas en los dos apartados anteriores que justifiquen la mudez del aparato, hay que tener en cuenta que todo receptor superheterodino debe someterse, una vez alambrado, a un proceso de ajuste sin el cual su rendimiento puede ser escaso o absolutamente nulo.

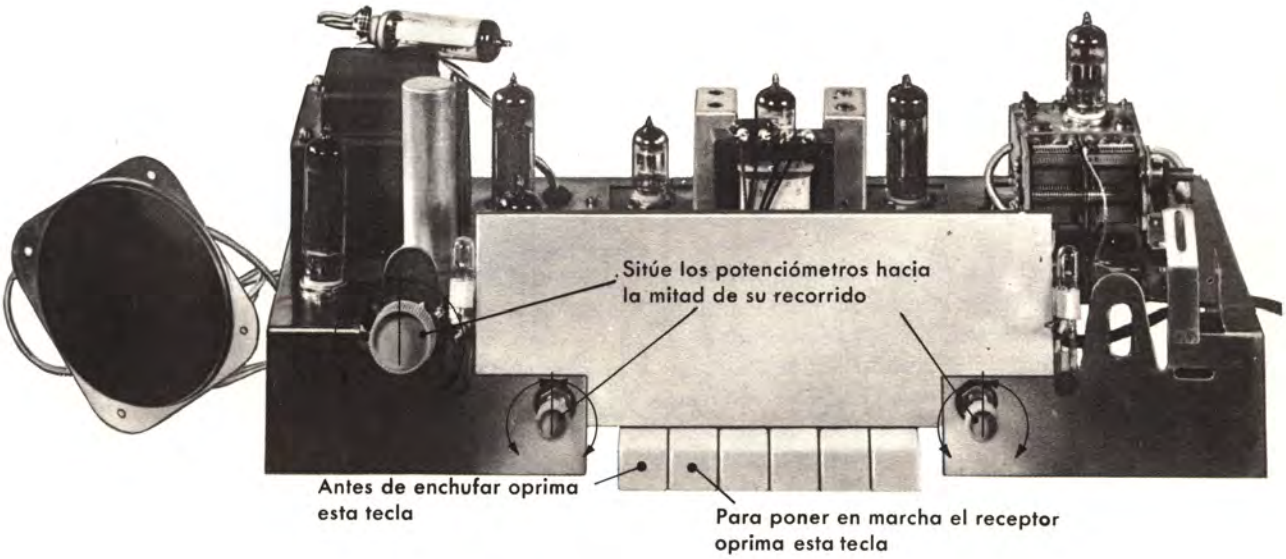
En ésta y en la próxima lección encontrará las instrucciones necesarias para eliminar estos tres motivos, capaces de proporcionar la desagradable sorpresa de encontrarnos con un receptor cuya calidad es evidente y que, sin embargo, ha resultado mudo.

En la tarea que se le avecina van a mostrar gran utilidad los dos instrumentos de laboratorio que ha montado: el polímetro y el generador de señales. A esta ayuda (vamos a llamarla física) debe añadir el concurso de unos conocimientos adquiridos, de los cuales le recomendamos que repase, en vistas a lo que tratamos, los que encierran las lecciones 26 a 36 ambas inclusive.

PUESTA EN MARCHA DEL RECEPTOR

A fin de proceder a la puesta a punto de nuestro receptor, conectamos a las hembrillas de salida del receptor el altavoz de cuatro pulgadas utilizado en experiencias anteriores. Efectuaremos la conexión con cables flexibles de una longitud que nos permita trabajar con comodidad; un metro aproximadamente, SOLDANDO DIRECTAMENTE A LOS TERMINALES DE LA BOBINA MÓVIL. Es





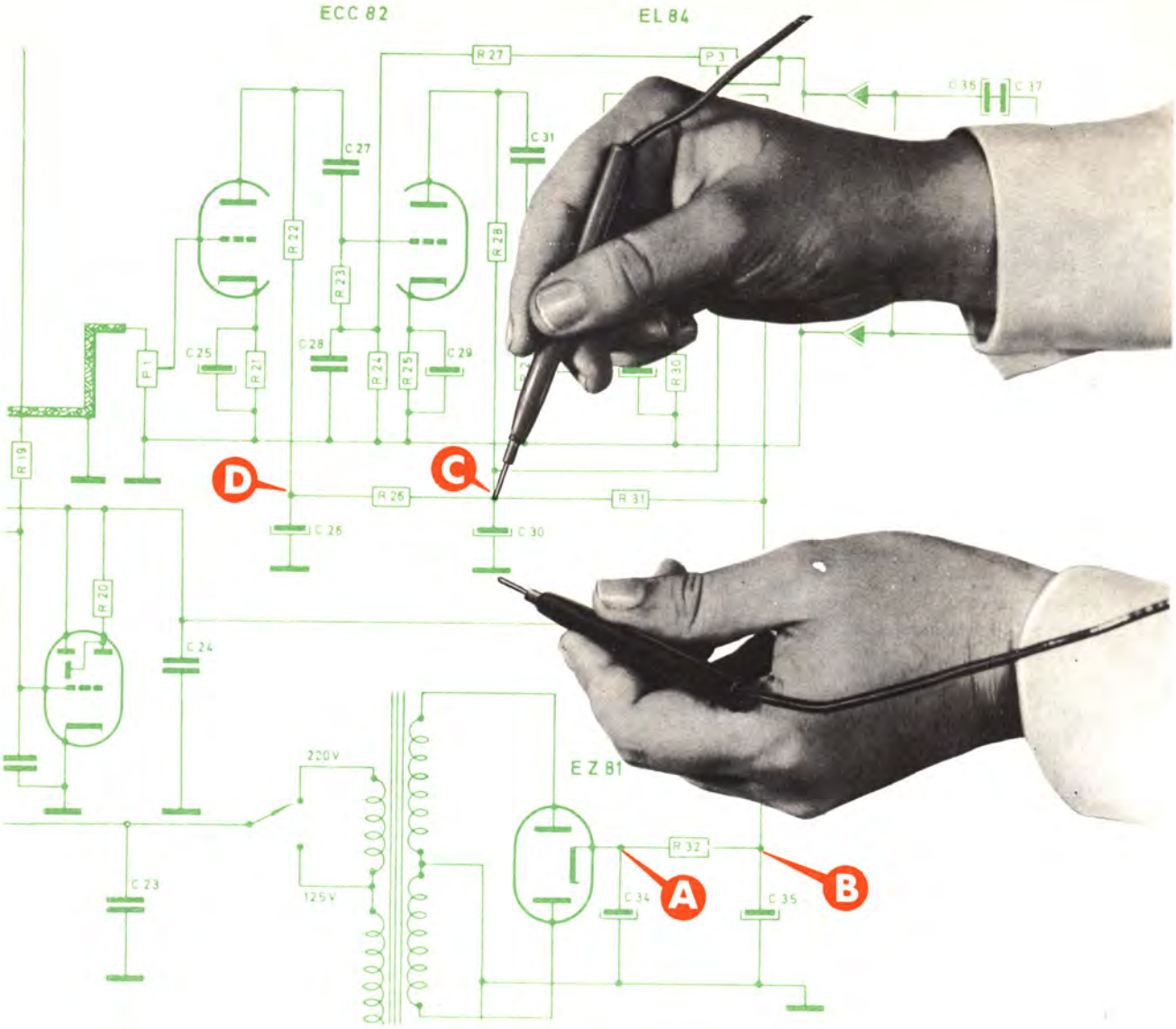
Nuestro receptor dispuesto para ser puesto en marcha.

decir: prescindiendo del transformador de que va provisto este altavoz.

ANTES DE CONECTAR EL RECEPTOR A LA RED, ES NECESARIO COMPROBAR QUE NINGUNO DE LOS PUNTOS DE ALTA TENSIÓN DEL CIRCUITO ESTÁ DERIVADO A MASA. Sin esta comprobación previa se corre el riesgo de que al conectar el receptor *salte* la EZ81.

Dicha combrobación se hará con el polímetro dispuesto para medir resistencias. Cuando las puntas de prueba del polímetro hagan contacto con los puntos que le indicamos, después de una brusca desviación, la aguja deberá ir bajando lentamente hasta estacionarse en un valor superior a los 200.000 ohmios. Esto ocurrirá cuando todo esté correcto. Si en algún punto la resistencia es mucho menor o es nula, será indicación segura de que algún hilo hace contacto con masa o bien de que el condensador electrolítico correspondiente está cruzado.

Una vez seguros de la inexistencia de contactos a masa, procederemos a situar todas las válvulas en los zócalos que les corresponden. De acuerdo con la tensión disponible en la red, colocaremos el conmutador de tensiones en la posición 125 ó 220 V y oprimiremos a fondo la tecla de la botonera que corresponde al interruptor para tener la seguridad de que el circuito del primario está abierto.



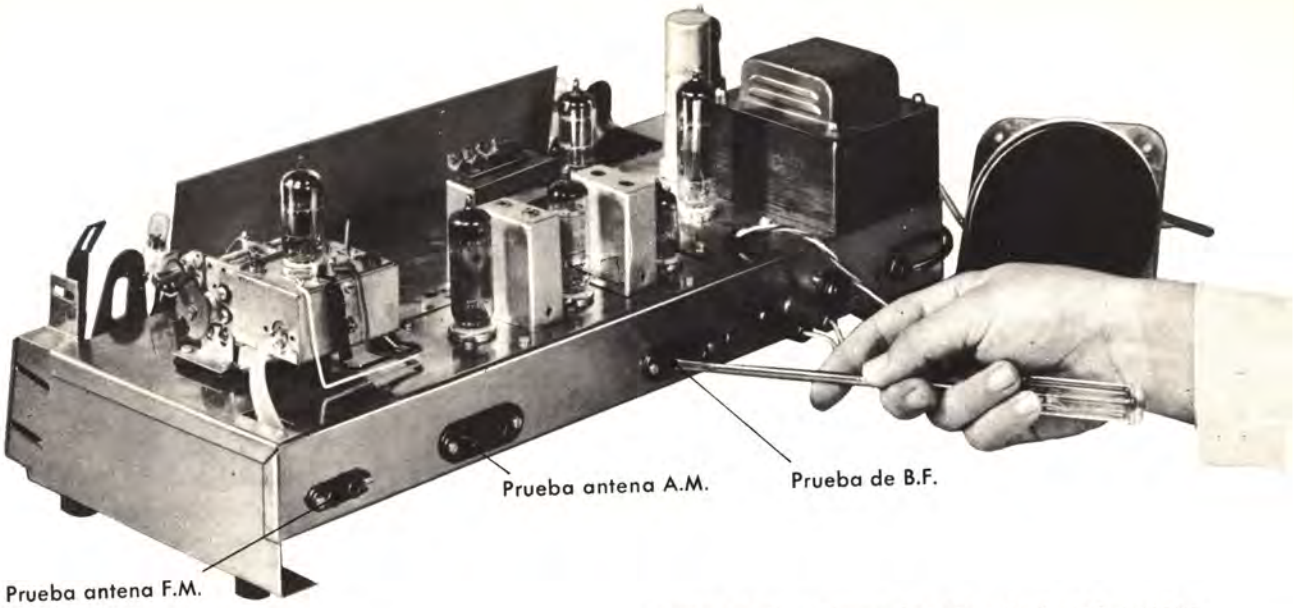
Con el polímetro dispuesto para medir resistencias se comprueba, antes de enchufar el receptor, que no hay cortocircuito entre los puntos A, B, C, D y masa.

Sitúe los tres potenciómetros hacia la mitad de su recorrido y enchufe a la red la clavija de toma de corriente. ¡Ha llegado el momento de hacer que nuestro equipo entre en funciones!

Para ello basta con oprimir una cualquiera de las teclas de la botonera que no sea la del interruptor. Para mejor entendernos, vamos a elegir la tecla correspondiente a FONO. Tan pronto como la tecla haya bajado, se encenderán las lamparillas piloto y los filamentos de las diversas válvulas. Al cabo de cierto tiempo (cuando los cátodos hayan adquirido su temperatura de funcionamiento) se percibirá un ligero zumbido en el altavoz y aparecerán dos rectángulos de color verde en la pantalla del ojo mágico.

Si lo que nos da el altavoz en lugar de un zumbido es un aullido de tonalidad variable cuando movemos el potenciómetro de graves, usted ya sabe que se debe a que hay realimentación positiva en el amplificador. También conoce el remedio: invertir las conexiones del primario del transformador de salida.

Tocando con el dedo el terminal activo de la plaquita de FONO, debe aparecer un fuerte ronquido en el altavoz, cuya intensidad varía al accionar el potenciómetro de volumen y cuya tona-



Comprobando el buen funcionamiento del receptor.

lidad podrá también alterarse accionando el potenciómetro de graves o de agudos. La obtención de estos resultados será altamente satisfactoria, puesto que indicarán que el amplificador de B.F. funciona a la perfección.

Oprima ahora la tecla correspondiente a la gama de ondas medias y gire el potenciómetro de volumen totalmente hacia la derecha. Acto seguido conecte una antena al receptor

Vaya abriendo el tándem para intentar la captación de alguna emisora. Si lo consigue, además de tener una satisfacción evidente, podrá sumar a ella una gran tranquilidad, puesto que estará seguro de que la parte de alta frecuencia del receptor funciona perfectamente. En caso de no obtener este éxito inmediato, no desespere, porque muy bien puede ser que el amplificador de F.I. esté correctamente alambrado, sin nada defectuoso pero sí desajustado por completo. De ser cierta esta suposición, al conectar y desconectar la antena debe percibir un chasquido en el altavoz.

Asimismo, pulsando la tecla de FM y al conectar la antena ordinaria a una de las entradas de la antena de FM, también debe percibir el correspondiente chasquido en el altavoz. Incluso, en el mejor de los casos —que será cuando en la localidad en que usted reside exista una emisora potente de FM—, puede llegar a sintonizarla (deficientemente, desde luego) a pesar de que la antena utilizada no sea apropiada para ello.

Aclaremos que los resultados que hemos supuesto que se obtienen al poner el receptor en marcha sólo se conseguirán en el caso de que su aparato no presente más anomalía que la de estar desajustado.

Puede suceder muy bien (es normal) que alguna de las pruebas efectuadas dé resultado negativo, lo cual será indicio de que además del desajuste normal existe algún defecto de los que hemos clasificado en el primer o segundo apartados del principio del capítulo. En este caso debemos considerar que nuestro receptor está averiado, circunstancia que nos obliga a localizar y a reparar la avería o averías existentes.

PUESTA EN MARCHA EN CASO DE AVERIA

Supongamos que en su receptor existen defectos en el alambrado o componentes deteriorados... o ambas cosas a la vez. Esto, evidentemente, impide su correcto funcionamiento.

Reparar un receptor de radio o cualquier otro montaje electrónico requiere, en primer lugar, un completo conocimiento de CÓMO DEBE FUNCIONAR cada una de sus partes; y en segundo lugar disponer de algún instrumental de laboratorio que sirva para determinar qué partes no funcionan correctamente y POR QUÉ.

En el caso concreto del receptor que nos ocupa, debe poseer los conocimientos si ha asimilado las lecciones teóricas que nos preceden. En

cuanto al instrumental, no es otro que el polímetro y el generador de señales.

Como puede comprender, resulta imposible dar una lista total de la infinidad de averías que puede sufrir un receptor, pero sí que es posible proporcionar unas orientaciones generales indicando al mismo tiempo cúal es el proceso lógico que debe seguirse para la localización de la avería.

El proceso se fundamenta en esta sencilla idea:

EL RECEPTOR RECIBE UNA SEÑAL DE LA ANTENA (SEÑAL ELECTROMAGNÉTICA DE A.F.) QUE DESPUÉS DE SER AMPLIFICADA Y MODIFICADA SE TRADUCE EN SONIDOS EN EL ALTAVOZ.

CUANDO EL RECEPTOR ESTÁ AVERIADO, ESTA SEÑAL QUEDA BLOQUEADA EN ALGUNA PARTE DEL CIRCUITO, INSUFICIENTEMENTE AMPLIFICADA O DISTORSIONADA.

Localizar esta parte del circuito, con la ayuda de los instrumentos de que disponemos, es relativamente fácil.

EL PROCESO LOGICO

En el diagrama adjunto hemos representado los distintos bloques funcionales de que consta nuestro receptor. Le pedimos que se imagine que, una vez puesto en marcha y dispuesto para la recepción en AM, el altavoz permanece totalmente mudo; no se percibe en él ningún tipo de audición.

Suponemos, claro, que la antena está también debidamente conectada. El significado de esta mudez del altavoz, según acabamos de decir, no puede ser otra que éste: la señal queda bloqueada en alguna parte del aparato.

Vamos a suponer que la parte averiada es el segundo paso amplificador de F.I. ¿Cómo podremos llegar a deducir que es ésta la etapa en malas condiciones? (Recuerde, antes de seguir, que esta etapa va equipada con la válvula EBF80.)

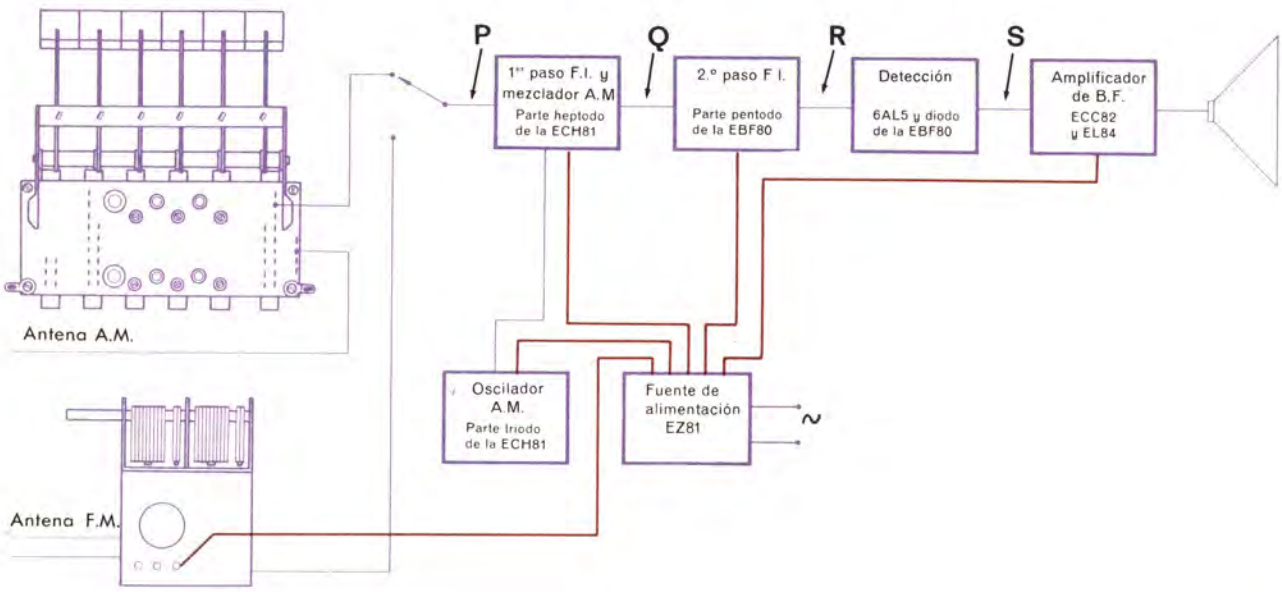
En el diagrama, obsérvelo, hemos señalado cuatro puntos, que llamamos P, Q, R y S.

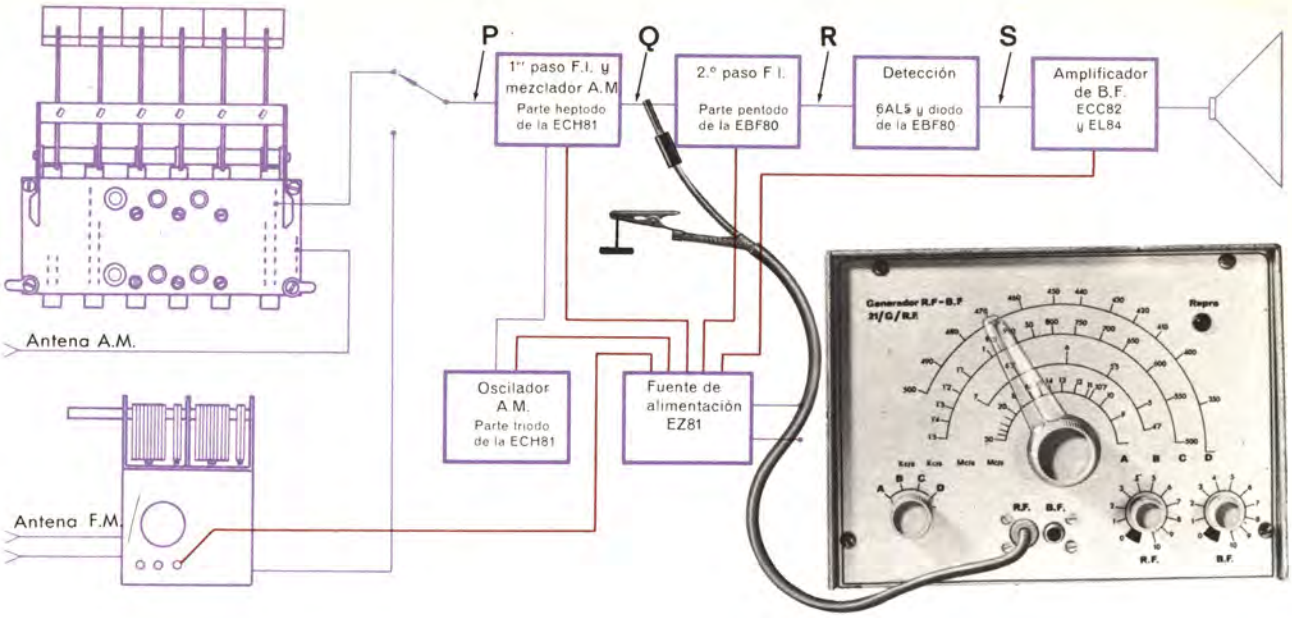
Razone con nosotros los siguientes apartados:

1. Si al punto S le aplicamos una señal de B.F., tal señal será transmitida y ampliada por el amplificador de B.F. y en el altavoz se percibirá el sonido correspondiente. Por desagradable que sea dicho sonido, nos sabrá a melodía, puesto que *significará que el circuito funciona correctamente desde el punto S hasta el altavoz.*

2. Si aplicamos al punto R una señal de A.F. *modulada en amplitud,* será detectada y amplificada, revelándose en el altavoz en forma del oportuno sonido. *También está en buenas condiciones el paso detector.*

3. Apliquemos al punto Q una señal de 470 Kc/s. modulada en amplitud. Esta señal debiera ser amplificada por la EBF80, detectada y nuevamente amplificada por la etapa de B.F., con lo cual el altavoz emitiría el oportuno sonido. Sin embargo, como hemos supuesto averiado el segundo paso de F.I., la señal quedará bloqueada en él; y el hecho de que ahora, en la tercera prue-





Las señales aplicadas a los puntos R y S se traducen en sonidos en el altavoz. En cambio, al aplicar una señal al punto Q el receptor permanece mudo. La señal queda, pues, bloqueada en el segundo paso de F.I. y en él está localizada la avería.

ba efectuada, la señal deja de percibirse en forma de sonido delata que esta parte del circuito es la causante de la mudez total de receptor.

Es evidente que al saber que debemos buscar el error en la parte del montaje asociada a la EBF80, nos va a resultar mucho más fácil localizar el elemento estropeado o la conexión equivocada que si tratamos de conseguir el mismo resultado buscando sin orden por todo el circuito del aparato.

Estamos seguros, es natural, de que usted habrá dado por sentado que las señales de B.F. y A.F. que precisamos para este análisis son las que proceden de nuestro útil generador de señales.

Una vez localizada la etapa averiada, el polímetro nos pondrá de manifiesto, previa una medición de las tensiones presentes en los electrodos (comprobando, claro, si son o no correctas), cuál es la causa de la avería. Soldaduras falsas, condensadores cruzados, resistencias abiertas o de valor alterado, devanados cortados... Todo ello puede ser causa de la avería.

Con estos párrafos hemos intentado describir el proceso lógico que debe presidir todo intento de localización de una avería. Y ahora, para aclarar ideas, desarrollaremos tres ejemplos.

LOCALIZACION DE TRES AVERIAS TIPICAS

Hemos conectado a la red nuestro receptor. Después de un período prudencial de calentamiento de los cátodos, las operaciones de puesta en marcha dan un resultado negativo. ¿Dónde está el error...?

Para localizar la avería necesitamos el concurso del generador de señales, cuya puesta en marcha se explicó en la lección 31 de nuestro Método. Aquí, sólo con el deseo de ayudar a la memoria, vamos a recordar que:

a) El interruptor de encendido está asociado al potenciómetro marcado con R.F.

b) Las señales de R.F. están presentes en el conector coaxial marcado R.F., y que la amplitud de estas señales se regula con el potenciómetro señalado asimismo con las siglas R.F.

3. Que estas señales quedan moduladas en amplitud por una señal de B.F. de unos 600 c/s. Esto ocurre cuando el potenciómetro B.F. gira hacia la derecha haciendo saltar el interruptor.

INDICE TRANSPARENTE PARA LA VARIACION CONTINUA DE FRECUEN--CIA

NIVEL DE R.F.

R.F.

APAGADO

NIVEL DE B.F.

B.F.

SIN MODULAR

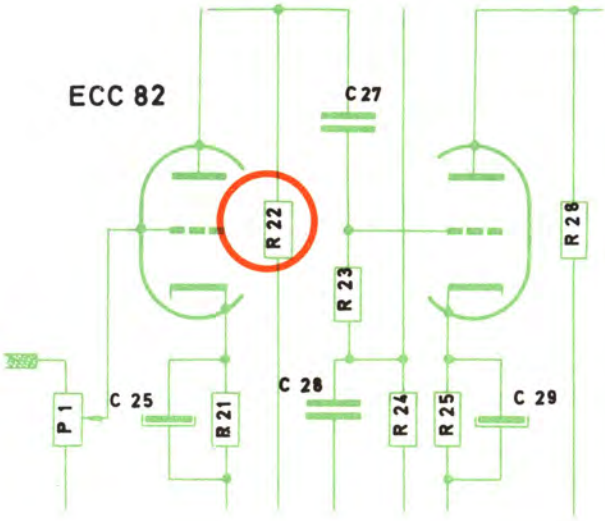
SELECTOR DE BANDAS

4. Que en estas circunstancias, en el conector coaxial señalado con B.F. tenemos presente una señal de 600 c/s. cuya amplitud puede regularse accionando el potenciómetro B.F.

Hasta aquí lo que hemos creído oportuno repetir acerca del funcionamiento del generador de señales. Con estos recuerdos por delante, veamos ya cuáles son estas averías que hemos calificado de típicas y cuál es el proceso de su localización.

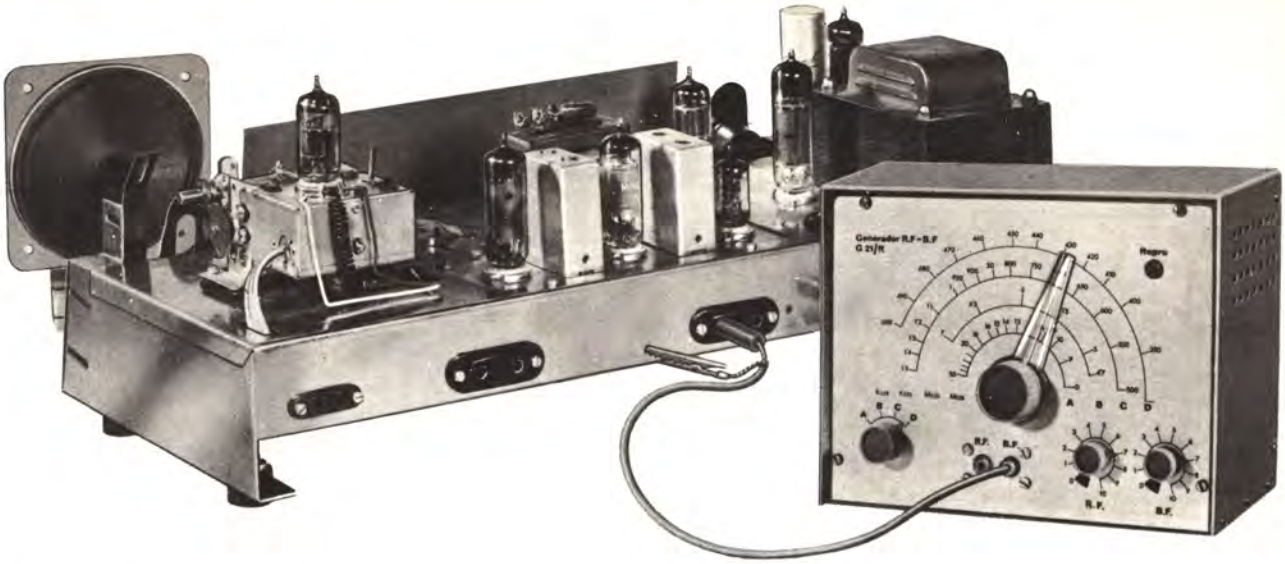
Primera avería. - La resistencia de placa de la primera mitad del doble triodo E C C 8 2 está abierta.

Esto quiere decir que el valor de esta resistencia, que normalmente es de 100 KΩ, ha pasado a tener un valor infinito. Sin embargo, el aspecto externo de este componente puede que no haya cambiado y que siga apareciendo como una resistencia completamente normal. Es evidente que una simple ojeada al circuito no va a descubrirnos este fallo.



Avería primera: supondremos que la resistencia R_{22} está cortada.

Por otra parte, es obvio decir que el receptor no va a funcionar, puesto que con dicha resistencia abierta la placa del triodo quedará a un po-



Comprobación del amplificador de B.F. en conjunto. Debe estar pulsada la tecla de "fono".

tencial cero (nulo) y la ganancia de este paso carecería también de valor; sería una ganancia cero.

¿Cómo localizar esta avería?

Siga este proceso:

Se pondrá en marcha el generador de señales acoplando el cable coaxial de que va provisto el conector B.F. Debe volver completamente a la derecha el botón de mando correspondiente a B.F., con lo cual entre la pinza cocodrilo y la banana del extremo del cable dispondremos de una señal de B.F. de 600 c/s. con una amplitud de unos 3 voltios.

Pulsaremos ahora la tecla FONO del receptor girando a tope hacia la derecha el potenciómetro de volumen. Con al pinza cocodrilo del cable coaxial del generador *haremos masa* en cualquier punto del chasis del aparato. Introduciremos en el terminal activo de la plaquita FONO la banana del mismo cable coaxial.

Si el receptor estuviese en buenas condiciones, el altavoz emitiría un fuerte sonido, puesto que le inyectamos una señal de B.F. de considerable amplitud. Pero en nuestro caso, supuesta la existencia de la avería citada, el resultado será negativo (mudez), lo cual nos indicará que algo falla en el amplificador de B.F.

Observe que hemos limitado considerablemente el campo de nuestra investigación. Sabemos ya que la avería debe buscarse en el amplificador de B.F. y no en otra parte.

Ahora bien: este amplificador se compone de dos pasos amplificadores de tensión y de un paso amplificador de potencia, con lo cual cabe preguntarse cuál de estos pasos es el defectuoso y cómo saberlo. Esta localización es fácil:

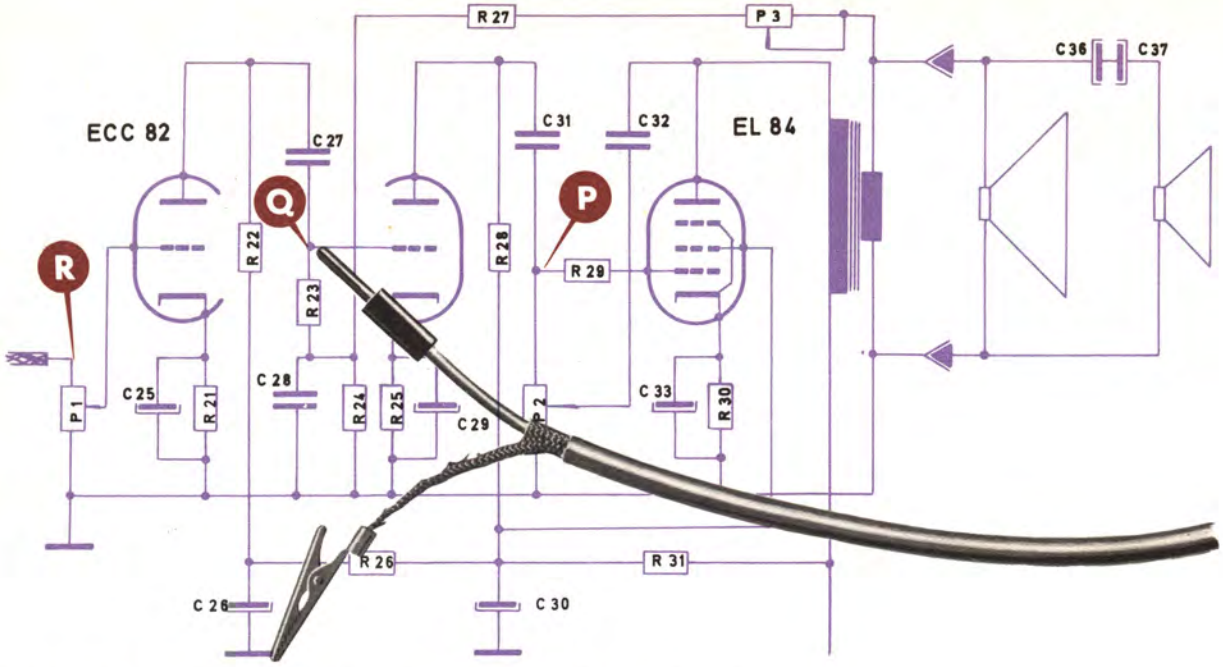
Haciendo masa con la pinza cocodrilo en el punto del chasis que resulte más cómodo, tocaremos con la banana el punto P del circuito, que corresponde a la entrada de la EL84. El altavoz lanzará un pitido que nos advertirá de que el paso final funciona correctamente.

Seguros de esto, intentaremos otra prueba que lógicamente deberá centrarse en el segundo paso amplificador. Tocaremos con la banana el punto Q: nuevamente el altavoz lanzará un pitido, esta vez más potente, puesto que son dos los pasos amplificadores que ahora han aumentado la amplitud de la señal que proporciona el generador. En consecuencia: también el segundo paso amplificador es correcto.

En este punto del proceso tenemos ya la evidencia de que la avería está localizada en el primer paso amplificador. Para comprobarlo bastará con tocar el punto R con la banana. Esta vez el resultado será negativo; no hay pitido.

Determinación del elemento defectuoso

Dispondremos nuestro polímetro en condiciones de medir corrientes continuas y comprobaremos las tensiones en los electrodos de la válvula que no actúa correctamente. No tardaremos en descubrir que la tensión de placa, que habría de

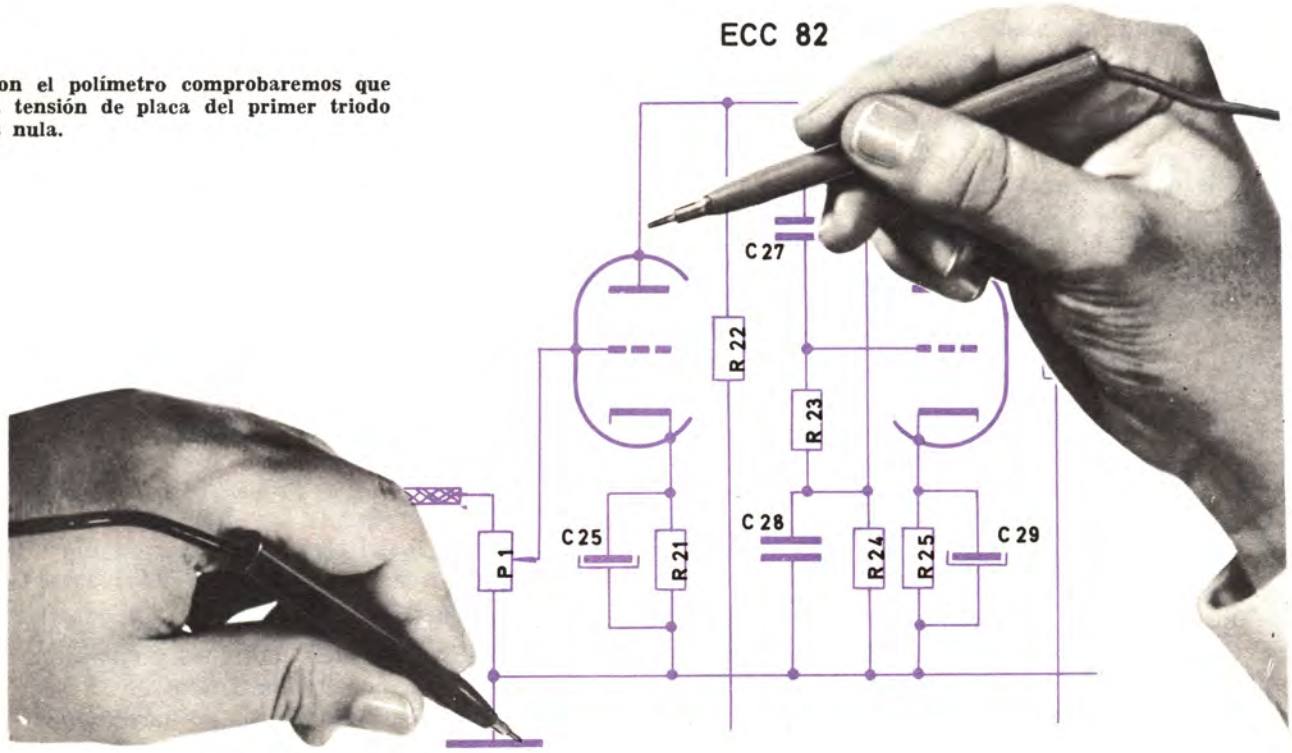


Comprobando uno por uno los diversos pasos del amplificador de B.F.

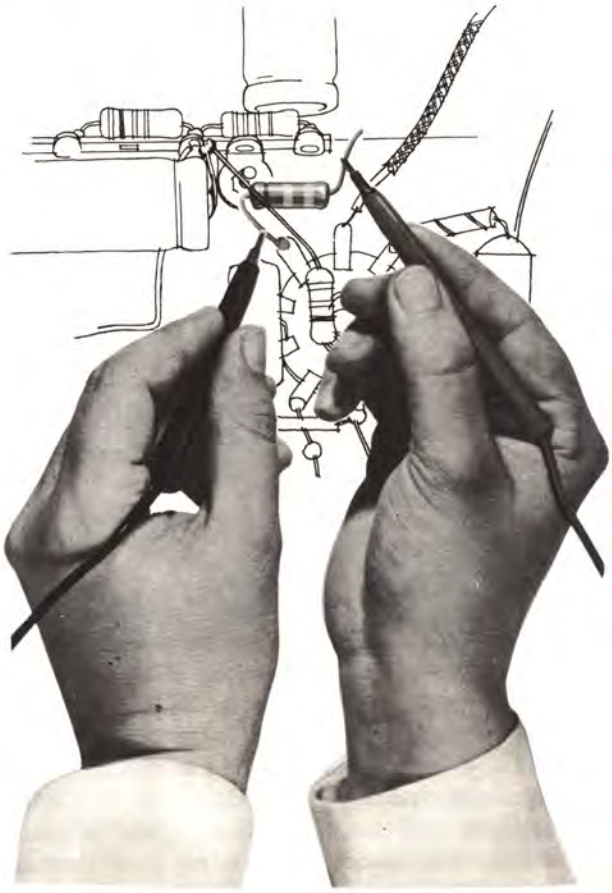
ser positiva y de unos 100 V, es por el contrario nula, cosa que inmediatamente nos hace sospechar de la resistencia de placa.

Para comprobar nuestras sospechas, apagaremos el receptor, desoldaremos un terminal de la resistencia sospechosa y con el polímetro dispuesto como óhmetro mediremos el valor de dicha resistencia. El polímetro nos indicará que en vez de tener los 100 KΩ normales la resistencia es infinita.

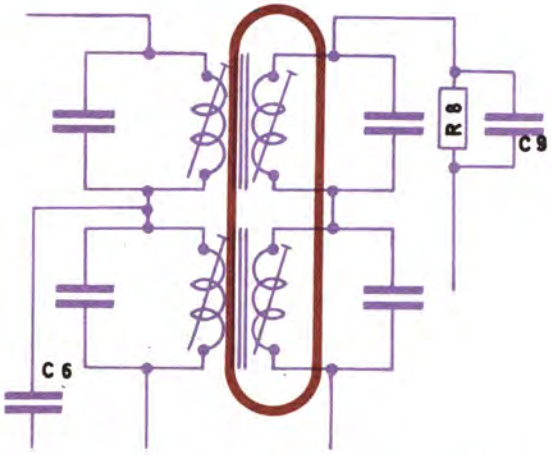
Con el polímetro comprobaremos que la tensión de placa del primer triodo es nula.



Bastará con sustituir la resistencia por otra en buenas condiciones para que el receptor funcione como es debido.



Apagando el receptor y desoldando uno de los extremos de R_{22} mediremos su valor en el polímetro. Con ello comprobaremos que está abierta.



Avería segunda: Supondremos que está cortado el secundario del primer transformador de F.I.

Segunda avería. - El secundario del primer transformador de F.I. no tiene continuidad

Esto quiere decir que algún hilo correspondiente a algún terminal está roto o desoldado.

Localización de la avería

Como en el caso anterior, dispondremos el generador para que proporcione una señal de B.F. de 600 c/s., señal que aplicaremos a la entrada de FONO. Si el potenciómetro está totalmente vuelto a la derecha y si hemos oprimido la tecla correspondiente a *fono*, esta vez el altavoz emitirá un fuerte sonido, haciendo evidente que toda la parte de B.F. funciona con corrección.

Nuestra siguiente operación será comprobar el funcionamiento del amplificador de F.I.

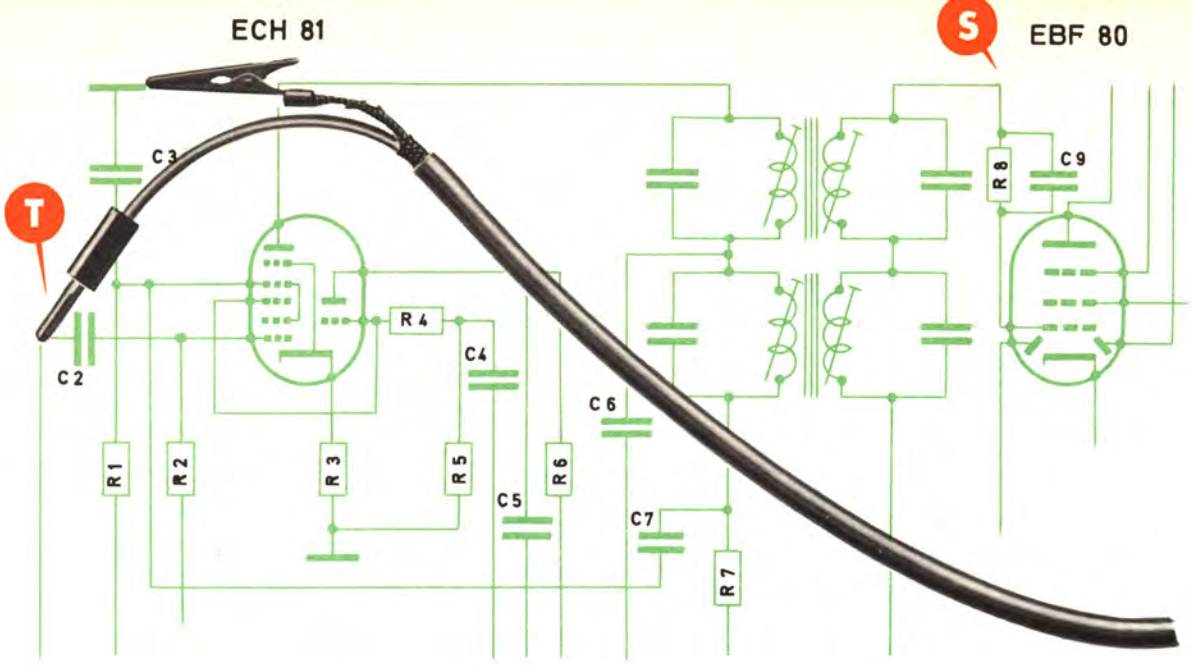
Para ello tomaremos el generador y colocaremos el cable de salida en el conector R.F. Situaremos el botón del selector de bandas en la posición D y giraremos el índice transparente del cuadrante hasta hacerlo coincidir con la señal correspondiente a 470 Kc/s. de la banda D. También deberá volver por completo hacia la derecha el botón marcado R.F. En estas condiciones el generador proporciona una señal de alta frecuencia de 470 Kc/s., modulada por una señal de baja frecuencia de 600 c/s.

Oprimiremos la tecla NORMAL de la botonera del receptor y con la pinza cocodrilo haremos masa en un punto del chasis que nos resulte cómodo. Aplicaremos la banana del cable de salida del generador a la rejilla de control de la EBF80, que corresponde al punto que hemos denominado S.

El altavoz lanzará su clásico pitido, indicándonos que hasta este punto todo el circuito es correcto. La señal se amplifica y detecta, ya que el altavoz acusa su presencia.

Sin embargo, puede ocurrir que, en un primer intento, el resultado sea negativo, debido a esta razón:

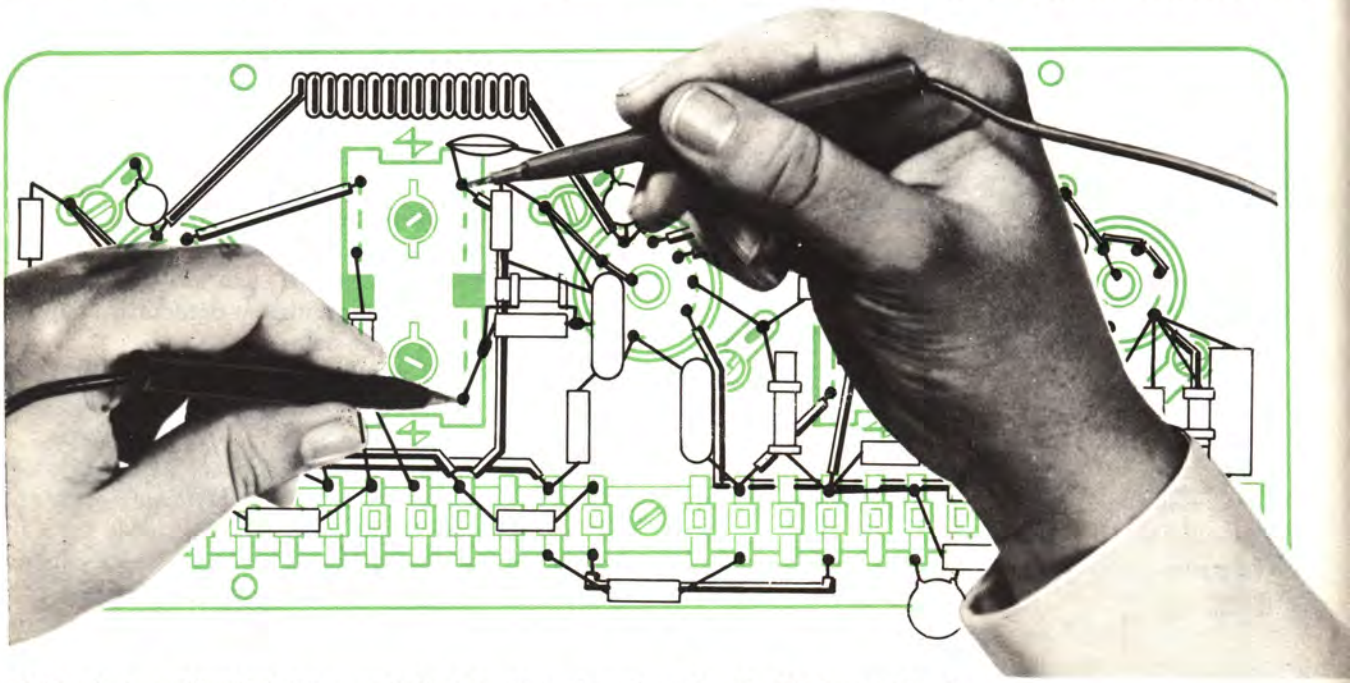
Si bien los amplificadores de F.I. están ajustados por el fabricante a la frecuencia de 470 Kc/s., las capacidades parásitas que se introducen con el alambrado modifican más o menos este ajuste. En este caso, bastará con girar a la derecha o a la izquierda el índice transparente del cuadrante del generador para que en alguna posición se produzca el sonido esperado. El segundo paso de F.I. funciona con normalidad.



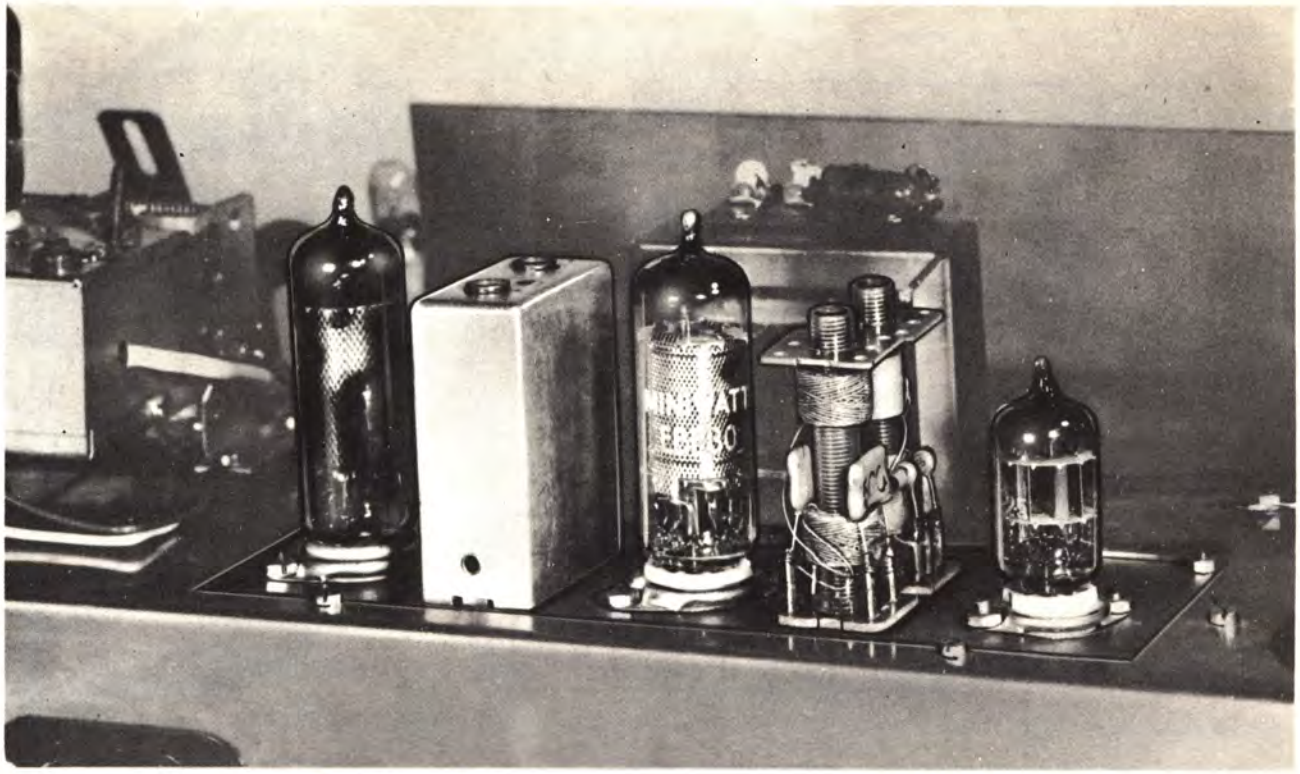
Una señal de 470 Kc/s modulada en amplitud da origen a un pitido en el altavoz cuando se aplica al punto S; en cambio, el receptor queda mudo cuando la señal se aplica a T. El paso averiado es, pues, evidentemente el correspondientes al primer transformador de F.I.

Apliquemos ahora la banana al punto T, correspondiente a la rejilla de control de la parte heptodo de la ECH81. Al mover el índice del generador a uno y otro lado el altavoz debiera hacer evidente la presencia de la señal; pero, dado que existe la avería citada, la señal queda bloqueada en el secundario del transformador y el altavoz permanece mudo. Deducimos que la avería está localizada en el primer paso de F.I. y por pura lógica buscaremos el elemento defectuoso en el montaje asociado a la parte heptodo de la ECH81.

Para empezar mediremos las tensiones presentes en los diversos electrodos de la válvula. En el caso que comentamos no encontraremos ninguna anomalía, lo cual confirma, además, que el primario del transformador de F.I. no está cortado.



Midiendo la continuidad del secundario del primer transformador de F.I. La resistencia del secundario ha de ser de unos 30 Ω.



Para reparar el transformador de F.I. debe quitarse el blindaje de aluminio.

puesto que de estarlo la placa del heptodo tendría un potencial nulo, cosa que no ha apreciado el polímetro.

Al no encontrar nada anormal en la válvula ni en las resistencias conectadas a sus electrodos, dirigiremos nuestras pesquisas al secundario del transformador de F.I. Desconectaremos el aparato y comprobaremos la continuidad de este devanado. El óhmetro pondrá inmediatamente de manifiesto esta falta de continuidad; hemos localizado la avería. Quitando el blindaje de aluminio del transformador podremos comprobar si la falta de continuidad se debe a una falsa soldadura (el cabo se ha separado de la espiga correspondiente). El problema se soluciona efectuando de nuevo esta soldadura. Si la avería se debe a una rotura del hilo en el interior del devanado (circunstancia mucho menos frecuente), no hay otra solución que sustituir el transformador de F.I. por otro que esté en buenas condiciones.

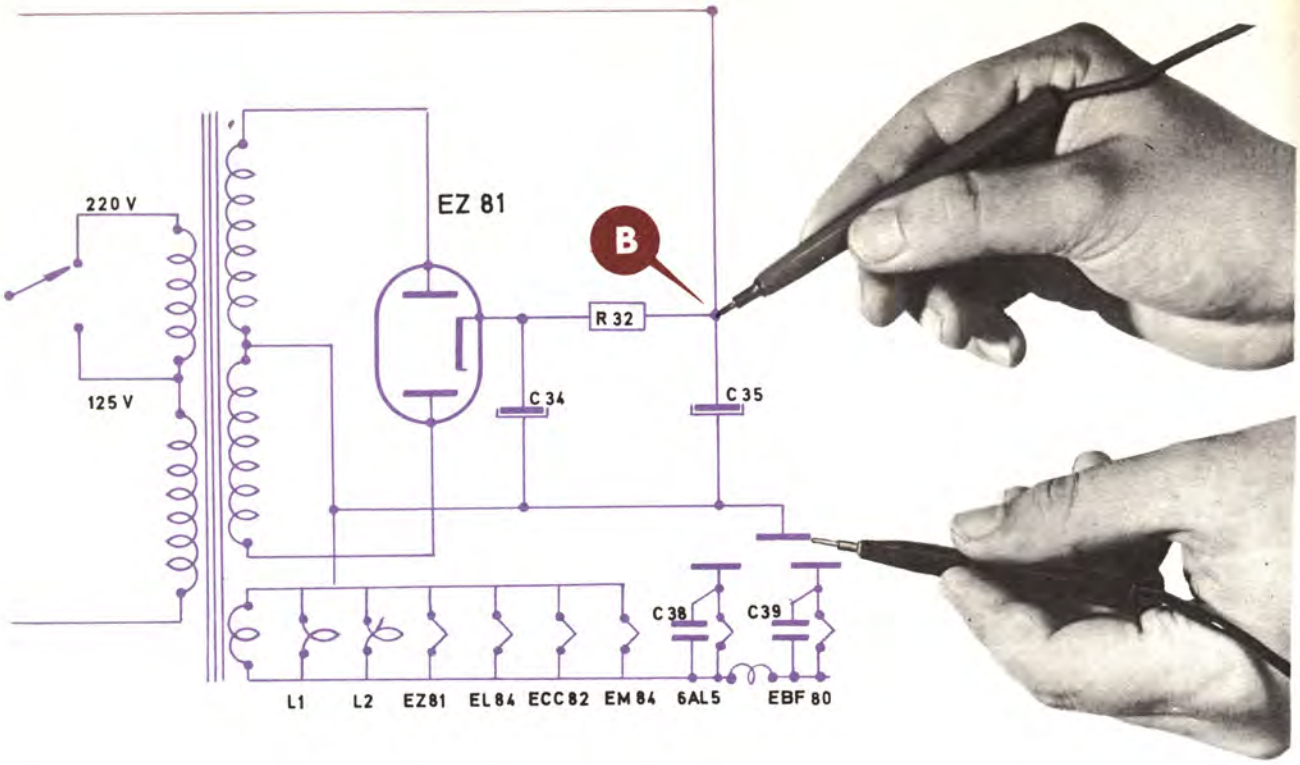
Tercera avería. - Comportamiento deficiente del transformador de salida

Sabemos que al conectar el primario del transformador de salida, debe respetarse un orden para evitar que sea negativa la realimentación que introduce el control de graves. Si al invertir este orden el amplificador se convierte en un oscilador, sabemos que el altavoz lanza un potente aullido, aunque no hayamos introducido ninguna señal en el receptor. No vamos a insistir sobre la forma de eliminar esta anomalía, puesto que lo hemos repetido muchas veces.

Pero puede ocurrir que, aun cesando el aullido al invertir las conexiones, el funcionamiento del amplificador sea anormal en el sentido de que las señales sean fuertemente distorsionadas e insuficientemente amplificadas.

Esta anomalía se debe a que el amplificador sigue oscilando. Ahora oscila a una frecuencia ultrasónica, de 30.000 a 60.000 c/s., razón por la cual el altavoz es incapaz de poner de manifiesto tal oscilación.

¿Causa...? El transformador de salida (que, dicho sea de paso, es siempre el componente que más se aparta de la perfección en lo que a comportamiento se refiere) introduce en las señales un defase que varía con la frecuencia, de forma que, si bien para las señales audibles la realimentación aplicada por el control de graves es negativa, para frecuencias mayores (de 30.000 a 60.000 c/s.) esta realimentación puede llegar a ser



Para tener la seguridad de que el amplificador no oscila a una frecuencia ultrasonora, comprobaremos con el polímetro que la tensión del punto B no varía al accionar los controles de tonalidad.

positiva y alcanzar un grado suficiente para poner el circuito en oscilación.

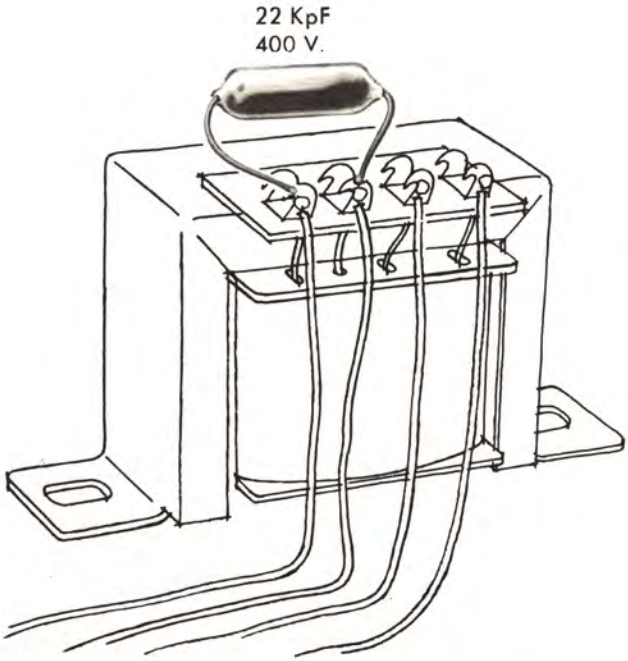
Ya hemos dicho que esta oscilación no se pone de manifiesto a través del altavoz. Sin embargo, puede comprobarse con facilidad midiendo la tensión en el punto B.

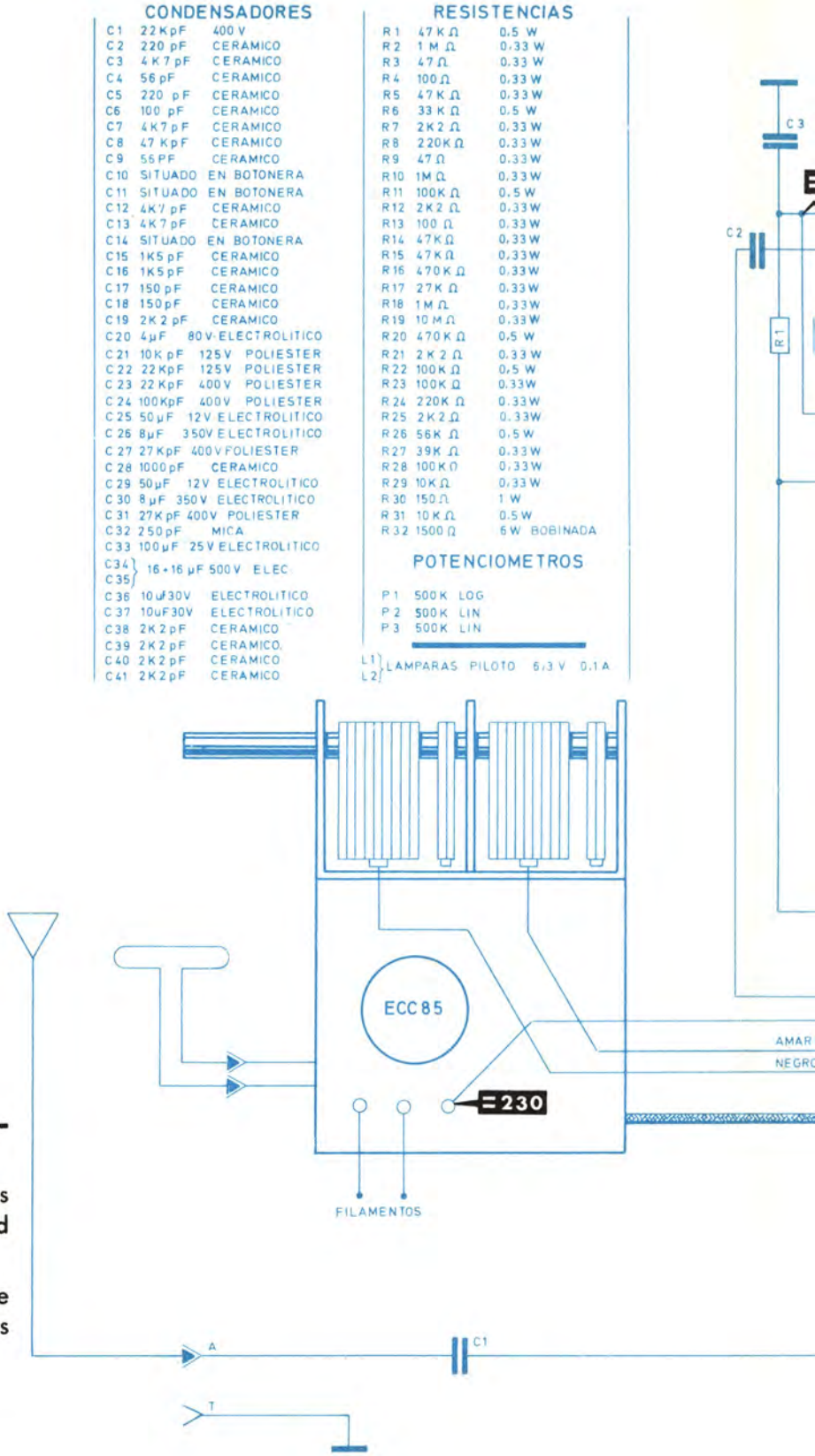
Sucede que el grado de realimentación varía al mover el potenciómetro de graves hacia los dos lados, con lo cual la oscilación se detiene o vuelve a generarse. Este fenómeno se manifiesta gracias a la variación de las tensiones en el punto B, que presenta bruscas diferencias del orden de 30 V debidas al mayor consumo del amplificador en los momentos en que entra en oscilación.

Esta oscilación puede también comprobarse en las variaciones de la luminosidad de la pantalla del ojo mágico, debidas precisamente a los cambios de tensión en el punto B.

Tal oscilación puede eliminarse conectando un condensador de unos 22 KpF entre los terminales del primario del transformador de salida. Con esta capacidad queda modificada la relación frecuencia/defase de que hemos hablado.

Una vez efectuada esta operación, puede comprobar que ha desaparecido la variación de tensión en el punto B (accionando, claro, los controles de tonalidad) y que también ha desaparecido la variación en la luminosidad del ojo mágico. El amplificador es ya perfectamente estable.





Tensiones medidas en un prototipo del receptor AFHA

Las medidas han sido efectuadas con el polímetro AFHA. Sensibilidad 1000 Ω/V

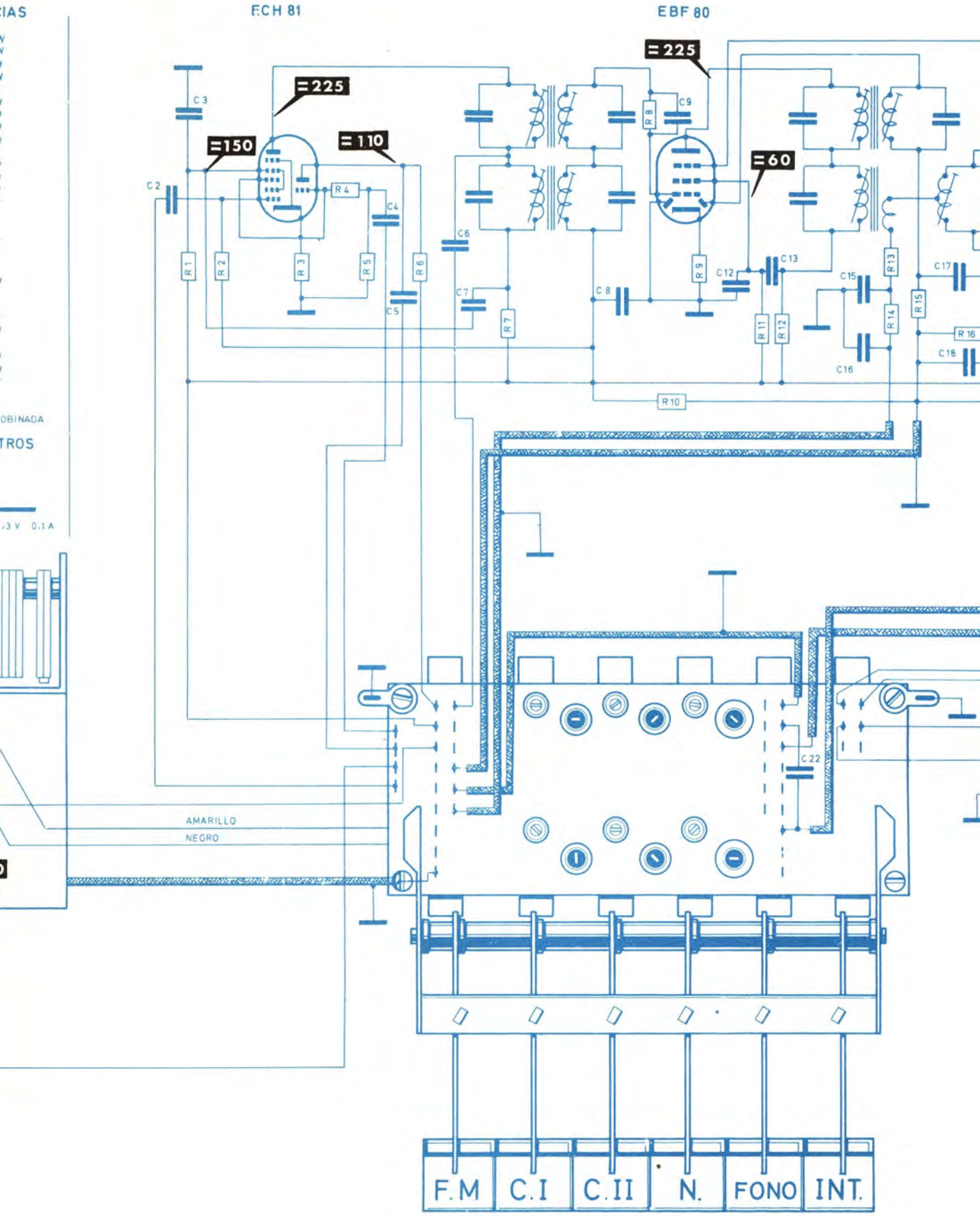
Las tensiones superiores a 10 V se han medido en la escala o - 500 y las inferiores en la escala 0-10

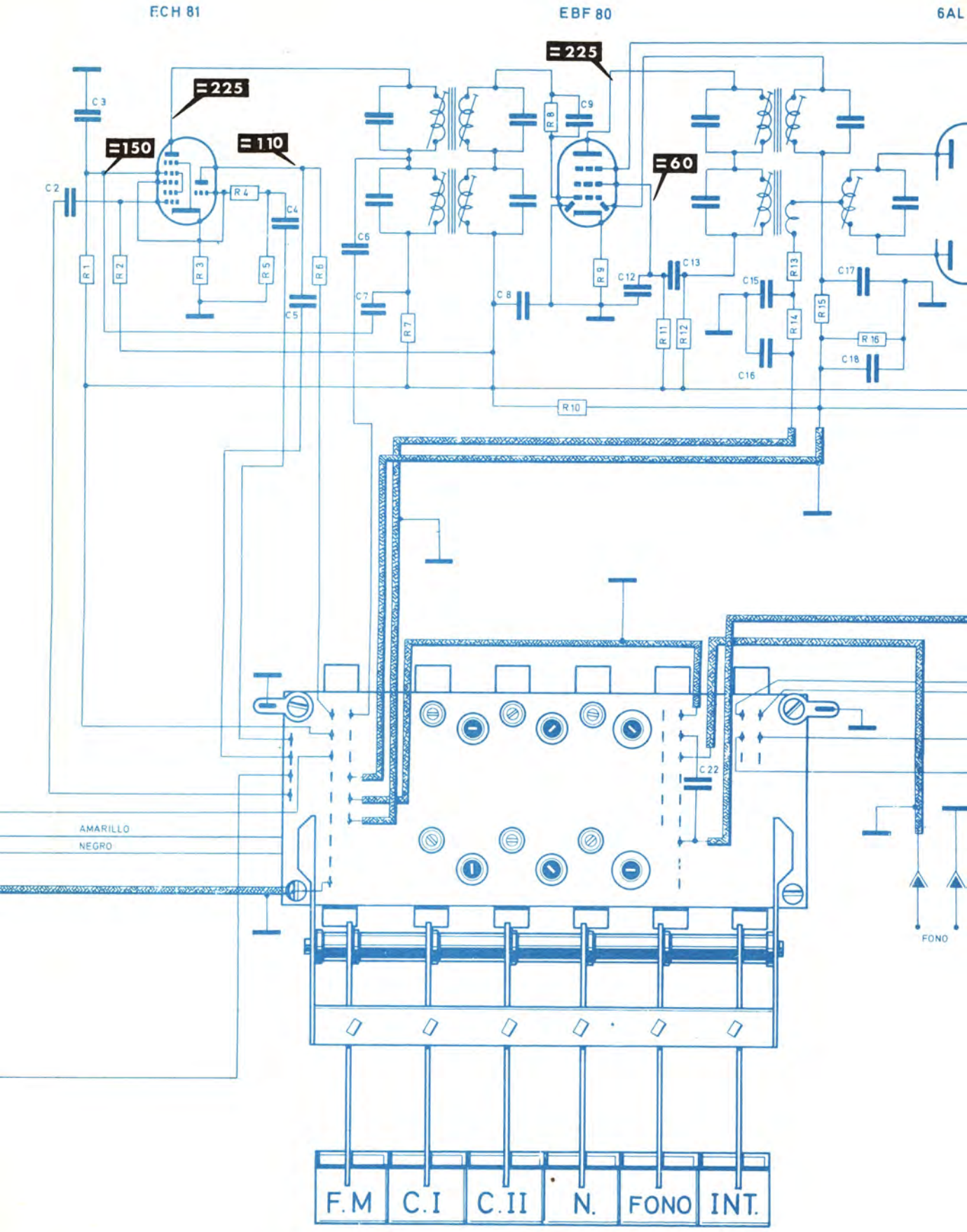
Tándem: cerrado

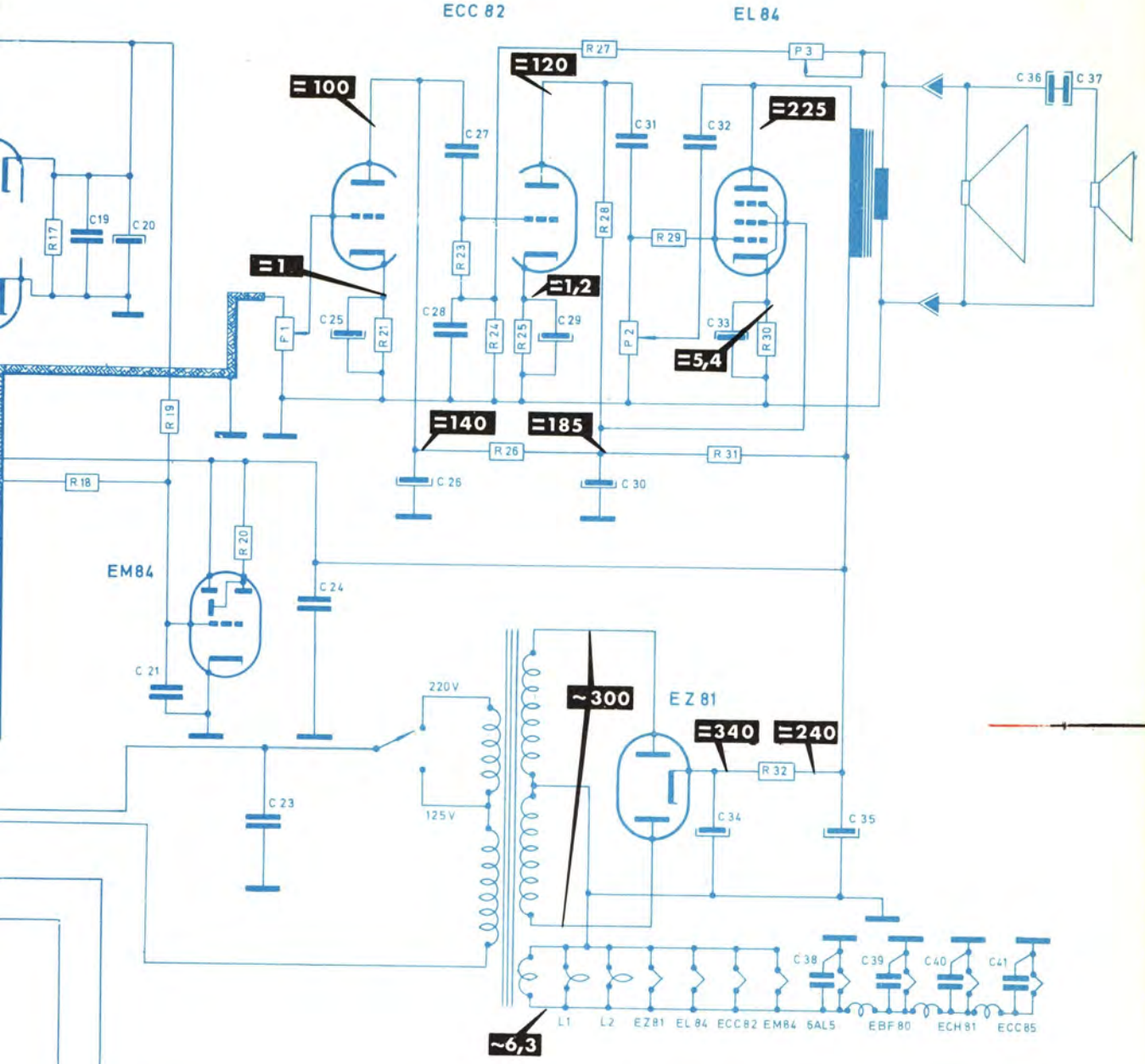
Potenciómetros: a la izquierda.

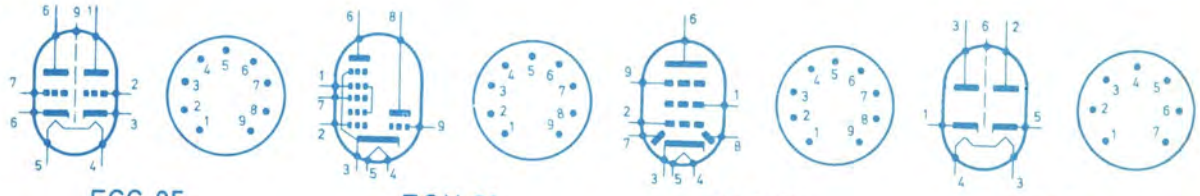
= 225 tensión continua

~ 300 tensión alterna

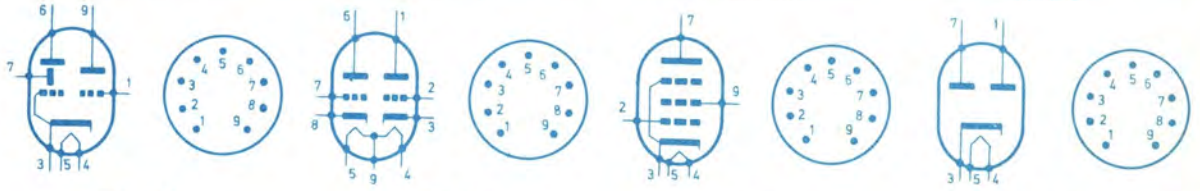

CIAS
ECH 81
EBF 80
=225
=150
=110
=225
=60
C 2
C 3
C 4
C 5
C 6
C 7
C 8
C 9
C 12
C 13
C 15
C 16
C 17
C 18
C 22
R 1
R 2
R 3
R 4
R 5
R 6
R 7
R 8
R 9
R 10
R 11
R 12
R 13
R 14
R 15
R 16
OBINADA
TROS
AMARILLO
NEGRO
F.M
C.I
C.II
N.
FONO
INT.


ECH 81
EBF 80
6AL
=225
=150
=110
=225
=60
C3
C2
R4
C4
R1
R2
R3
R5
R6
C5
C6
C7
R7
C8
R8
C9
R9
C12
C13
R11
R12
C15
C16
R13
R14
R15
C17
R16
C18
R10
C22
AMARILLO
NEGRO
FONO
F.M
C.I
C.II
N.
FONO
INT.





ECC 85 ECH 81 EBF 80 6AL5



EM 84 ECC 82 .EL 84 EZ 81

CONSIDERACIONES FINALES

Dejamos bien sentada la idea de que no pretendíamos hacer una exposición total de las múltiples averías que pueden darse en un receptor de la complejidad del que nos ocupa.

Creemos sinceramente que sus ya amplios conocimientos sobre el papel que desempeña cada componente en el montaje electrónico y que el convencimiento de que debe procederse en un orden lógico, son premisas seguras para que puedan alcanzarse todas las conclusiones posibles.

El camino que hemos indicado para localizar una avería, siguiendo uno por uno los distintos pasos del receptor, es un procedimiento seguro... que muchas veces puede acortarse gracias a que los síntomas presentes son de una claridad diáfana.

Así, por ejemplo, si al poner en marcha el receptor se niega a encender una de sus válvulas, pensaremos, sin temor a equivocarnos, que o bien su filamento está fundido o que la línea de filamentos está mal conectada a las patillas del zócalo correspondiente. El polímetro nos lo dirá.

Si al cabo de cierto tiempo de tener enchufado el receptor no aparece el zumbido que el rizado residual de la corriente rectificada introduce en el altavoz, deberá, sin más, buscarse el fallo en el transformador de salida (quizás el primario cortado) o en la fuente de alimentación.

Aquí debiéramos añadir algunos etcéteras, significando que en muchas ocasiones un síntoma nos lleva en derechura al punto averiado.

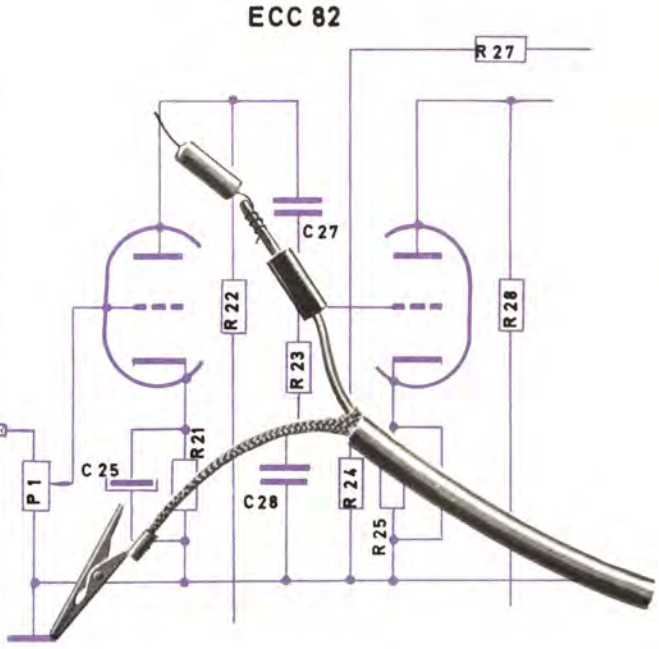
Como final, quisiéramos llevarle al convencimiento de que la reparación de un montaje es, fundamentalmente, cuestión de paciencia y sentido común.

Para su orientación añadimos un esquema completo del receptor, en el que indicamos las tenciones que deben leerse en sus distintos puntos, y que sin duda serán para usted una referencia segura para cuantas comprobaciones deba efectuar. Tenga en cuenta, empero, que los valores que usted lea seguirán siendo correctos dentro de un margen de tolerancia de un 20 % en más o en menos de los indicados.

NOTA MUY IMPORTANTE

Siempre que en los ejemplos anteriores hemos aplicado el cable de salida del generador de señales a algún punto del circuito del receptor, se ha dado el caso de que en dicho punto no existía componente continua. Por ello no ha sido preciso tomar ninguna precaución.

Cuando deba aplicar las señales del generador a puntos en los cuales sí aparezca una componente continua (las placas de las válvulas, por ejemplo), DEBERÁ INTERCALAR ENTRE LA BANANA Y EL PUNTO EN CUESTIÓN UN CONDENSADOR DE POLIESTER DE 10 KpF 400 V, PARA EVITAR QUE ESTA COMPONENTE CONTINUA LLEGUE AL GENERADOR Y DAÑE SUS POTENCIÓMETROS.



Si quiere aplicar las señales del generador a puntos sometidos a alta tensión deberá intercalar un condensador.

* * *

lección práctica 37

Colocación del cable de mando de sintonía y del cristal del cuadrante
Ajuste del amplificador de F.I. y del paso conversor en AM y FM
Colocación del cuadrante e incorporación del altavoz de 8 pulgadas

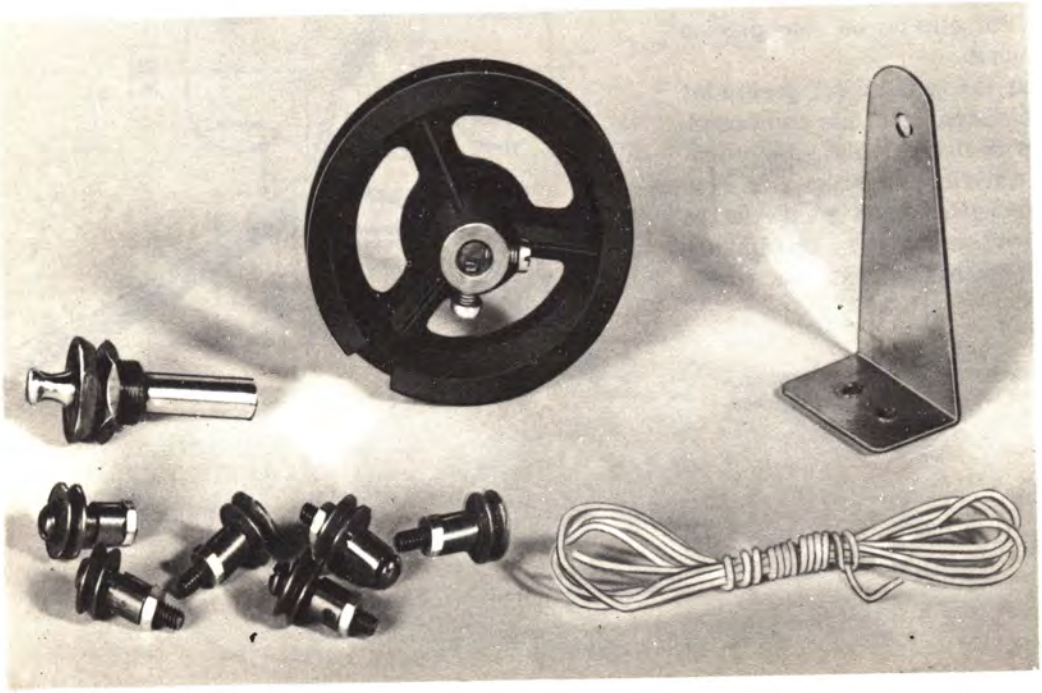
MANDO DE SINTONIA

Antes de proceder al ajuste de los diversos circuitos resonantes de nuestro receptor se impone una operación previa: montar el mecanismo de arrastre que abre y cierra el tándem haciendo girar el botón de mando situado en la parte frontal del receptor.

Este mecanismo se compone:

1. De una tambor, con la periferia acanalada, que va provisto de un muelle tensor helicoidal.
2. De un eje de mando.
3. De seis poleas de plástico.
4. De una escuadra metálica.
5. De un cordón de nylon de unos 150 cm de longitud.

Todos esos elementos pueden verse en la fotografía adjunta.

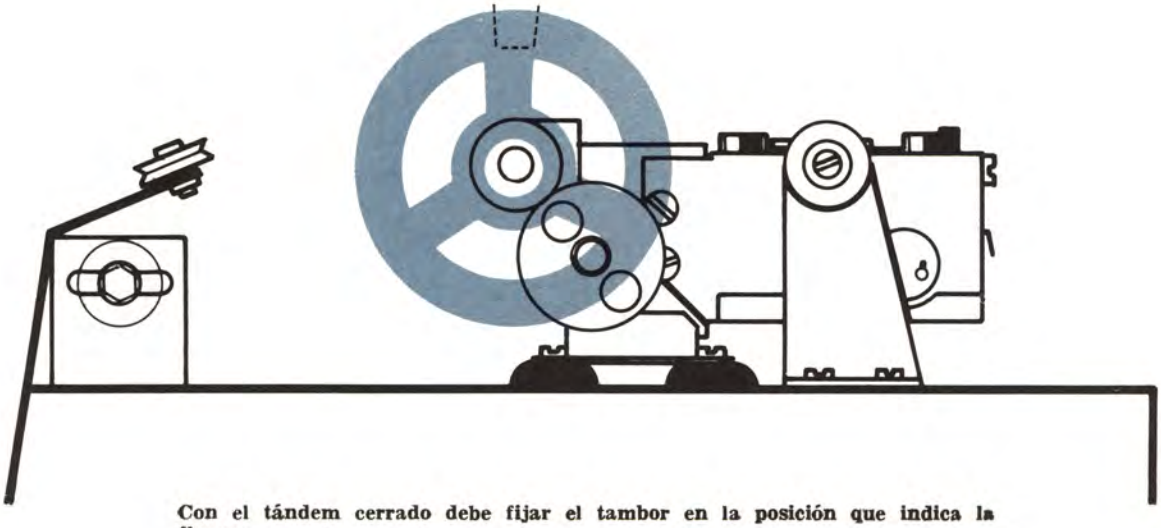


Elementos que componen el mando de sintonía.

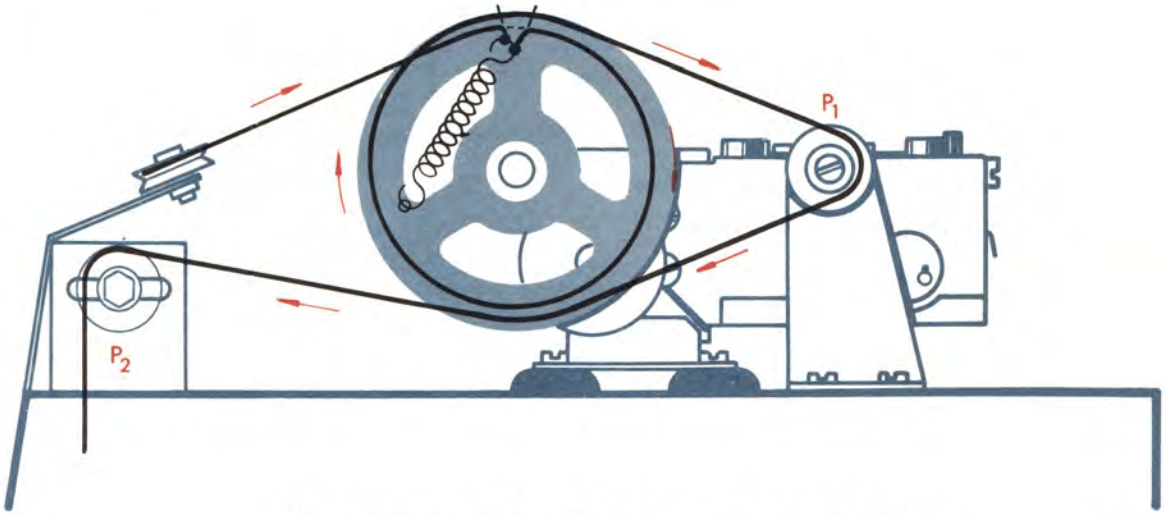
MONTAJE DEL MANDO DE SINTONIA

Mediante tornillos de 1/8, fijaremos la escuadra metálica sobre el chasis y a continuación situaremos las seis poleas de plástico en los orificios ranurados, cerraremos el tándem y colocaremos el tambor sobre el eje de la reducción de que va provisto dicho tándem. Observe en la figura en qué posición debe quedar el tambor y fíjelo fuertemente mediante los tornillos que lleva su casquillo de latón. Nos referimos a los tornillos radiales que, al roscarse, presionan el eje.

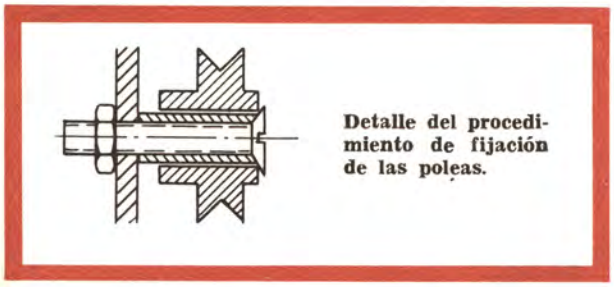
Por último sitúe, en el orificio correspondiente, el eje de mando.



Con el tándem cerrado debe fijar el tambor en la posición que indica la figura.



He aquí cómo hay que disponer la cuerda sobre el tambor.



Detalle del procedimiento de fijación de las poleas.

Observará que algunas de las poleas de plástico se fijan en orificios ranurados. Estos orificios permiten cierto desplazamiento de las poleas que facilita su correcto alineado. Vea en la figura la alineación correcta.

Colocar la cuerda de arrastre es empresa fácil cuando se procede con orden:

1. Ate un extremo de la cuerda al extremo libre del muelle del tambor.

He aquí el sistema de transmisión completo.

2. Haga salir otro extremo de la cuerda por la escotadura que tiene el tambor en un punto de su periferia que, con el tándem cerrado, queda situado en el punto más alto.

3. Tome la cuerda y dé con ella una vuelta completa al tambor, dirigiéndola luego a la parte superior de la polea P_1.

4. Desde la polea P_1, la cuerda se dirige a P_2, teniendo la precaución de hacerla pasar por debajo del tambor.

5. Desde P_2 dirigiremos la cuerda a P_3; y desde aquí a la garganta del eje de mando, sobre la cual dará dos vueltas.

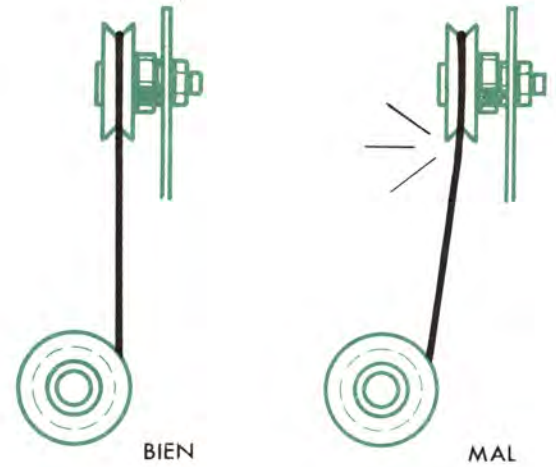
6. A partir del eje de mando, la cuerda pasará por las poleas P_4, P_5 y P_6 consecutivamente, para volver al tambor, donde a través de la escotadura se atará al muelle, tirando un poco para que éste se tense y así mantenga una constante tensión sobre la cuerda.

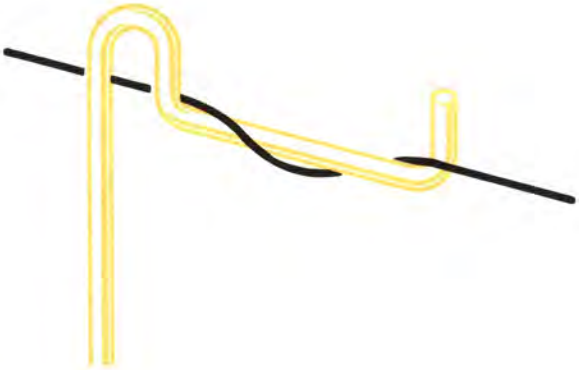
Corte el trozo de cordón que sobre.

Si es preciso, rectifique la posición de las poleas para que la cuerda no roce con los bordes de sus gargantas.

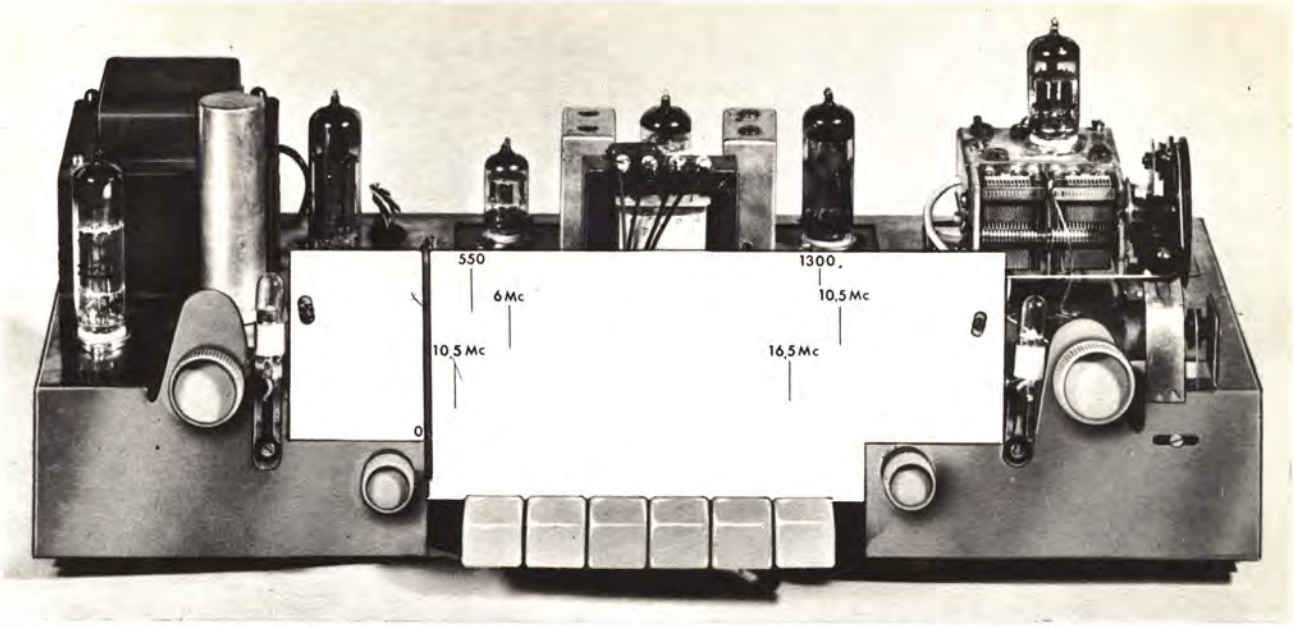
El mecanismo de arrastre se completa añadiendo una aguja o índice que se desplaza con la cuerda por delante del panel frontal. Esta aguja se fija a la cuerda según indica la figura correspondiente. Una vez sujeta, la aguja se empujará, con el tándem cerrado, hasta que, deslizándose por el cordel, coincida con la señal —O— del panel frontal.

El receptor habrá quedado listo para las operaciones de ajuste.





Detalle del procedimiento de fijación de la aguja indicadora.



Una vez colocada la aguja debe deslizarse sobre la cuerda hasta que con el tándem cerrado coincida con la marcación —0— que aparece en el frontis del receptor. Las demás marcaciones están destinadas a servir de referencia durante el proceso de ajuste.

OPERACIONES DE AJUSTE

Las operaciones de ajuste tienen como finalidad el reglaje de los diversos circuitos resonantes del receptor, en la parte de alta frecuencia y de frecuencia intermedia.

Sólo cuando estén bien ajustados, el receptor tendrá las máximas sensibilidades y selectividad.

Sabemos, por ejemplo, que para conseguir que el amplificador de F.I. en AM tenga el máximo de ganancia y selectividad es preciso que el primario y el secundario de cada transformador tengan la misma frecuencia de resonancia (470 Kc/s. en nuestro caso).

Aunque el fabricante suministra ajustados los transformadores, una vez montado el receptor cada devanado presenta una frecuencia de resonancia distinta debido a las capacidades parásitas introducidas por el cableado.

Esa frecuencia de resonancia puede modificarse y reajustarse nuevamente a su valor correcto de 470 Kc/s. mediante los núcleos deslizantes de cada devanado.

Ahora bien: ¿cómo saber en qué posición del núcleo tiene la frecuencia de resonancia el valor correcto de 470 Kc/s.?

Existen diversos métodos; y el que emplearemos tiene el fundamento que a continuación se indica.

Supongamos un amplificador selectivo, que en su forma más sencilla podemos imaginar compuesto por un triodo y un circuito resonante como resistencia de carga.

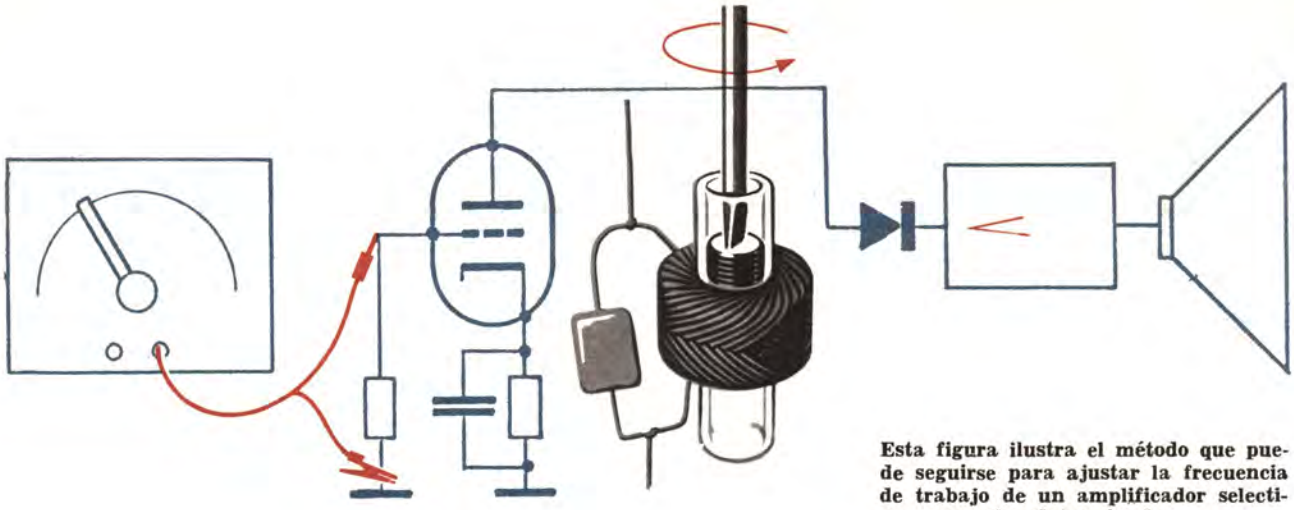
Supongamos también que la frecuencia actual de resonancia sea de 450 Kc/s. y que deseamos, en cambio, que esa frecuencia sea 470 Kc/s. Para conseguir ajustar el circuito resonante a ese valor procederemos de la forma siguiente:

1. Mediante el generador aplicaremos a la entrada una señal de 470 Kc/s. modulada en amplitud.

2. Detectaremos la señal amplificada que aparece en la placa del triodo y la aplicaremos a la entrada de un amplificador de B.F., cuyo altavoz emitirá el pitido correspondiente a la señal moduladora.

3. Con un destornillador haremos girar el núcleo de manera que cada vez quede menos introducido en el devanado. Con ello iremos disminuyendo la inductancia del bobinado, y por consiguiente irá aumentando la frecuencia de resonancia del circuito. Cuanto más se vaya aproximando esa frecuencia al valor de 470 Kc/s., mayor será la ganancia del amplificador selectivo para la señal aplicada a su entrada, lo cual se pone de manifiesto porque cada vez es mayor el volumen sonoro emitido por el altavoz. Ese volumen llega a un máximo cuando la posición del núcleo corresponde exactamente a la frecuencia de 470 Kc/s.

En resumen: con este dispositivo el ajuste del



Esta figura ilustra el método que puede seguirse para ajustar la frecuencia de trabajo de un amplificador selectivo a un valor determinado.

amplificador selectivo se consigue retocando la posición del núcleo hasta obtener un máximo de intensidad sonora en el altavoz.

Este método es especialmente adecuado para ajustar nuestro superheterodino, dado que el detector, el amplificador de B.F. y el altavoz forman parte del propio receptor.

Es preciso, sin embargo, tener en cuenta un importante detalle:

El destornillador con que se acciona el núcleo de ferrita ha de ser de un material no metálico, pues de otra forma su proximidad al devanado alteraría la frecuencia de resonancia; el ajuste realizado quedaría falseado en cuanto retirásemos el destornillador.

En el comercio se encuentran destornilladores especialmente destinados al fin que nos ocupa y que se conocen con el nombre de *calibradores*. Se fabrican generalmente con materiales plásticos.

He aquí un modelo de calibrador.

EL PROCESO DE AJUSTE

Supuesto que, de acuerdo con lo indicado en la lección anterior, ha eliminado cualquier avería del receptor, pasemos a la práctica de ajuste que motiva este capítulo.

En primer lugar deberá poner en marcha tanto el receptor como el generador; y antes de empezar las operaciones de ajuste esperará un tiempo no inferior a diez minutos para que los dos aparatos alcancen una temperatura estable de funcionamiento.

Para efectuar con comodidad las operaciones que a continuación vamos a detallar, colocará el receptor con el chasis vertical, apoyándolo sobre el transformador, según indica la figura.

AJUSTE DEL AMPLIFICADOR DE F.I. EN AM

Dispondrá el receptor en las siguientes condiciones:

1. Potenciómetro de volumen: totalmente a la derecha.
2. Tecla pulsada: NORMAL.
3. Establecerá momentáneamente, con hilo de retención, un puente entre el chasis y la sección del tándem a la que va soldado el hilo amarillo procedente de la botonera.

Con esta tercera operación queda cortocircui-

Ajustando el amplificador de F.I.

tada la señal generada por el oscilador local de AM, que podría dificultar las operaciones de ajuste.

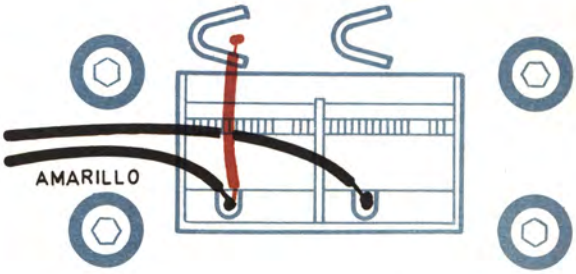
Dispondrá el generador en las siguientes condiciones:

1. Potenciómetro B.F.: totalmente a la derecha.
2. Potenciómetro R.F.: totalmente a la derecha.
3. Selector de bandas: en la banda D.
4. Indice transparente: sobre la marca 470.
5. El cable coaxial de salida al conector marcado R.F.

Una vez dispuestos los aparatos, y tras la espera de diez minutos que hemos recomendado, pongamos manos a la obra.

Con la pinza cocodrilo hacemos masa en un punto cómodo del chasis y aplicaremos la banana al punto S. Para mayor comodidad puede añadir una pinza cocodrilo a la banana.

Mediante el calibrador, y por la parte inferior del chasis, se retocará la posición del núcleo del primario correspondiente a la sección AM del segundo transformador de F.I. Trabajaremos con



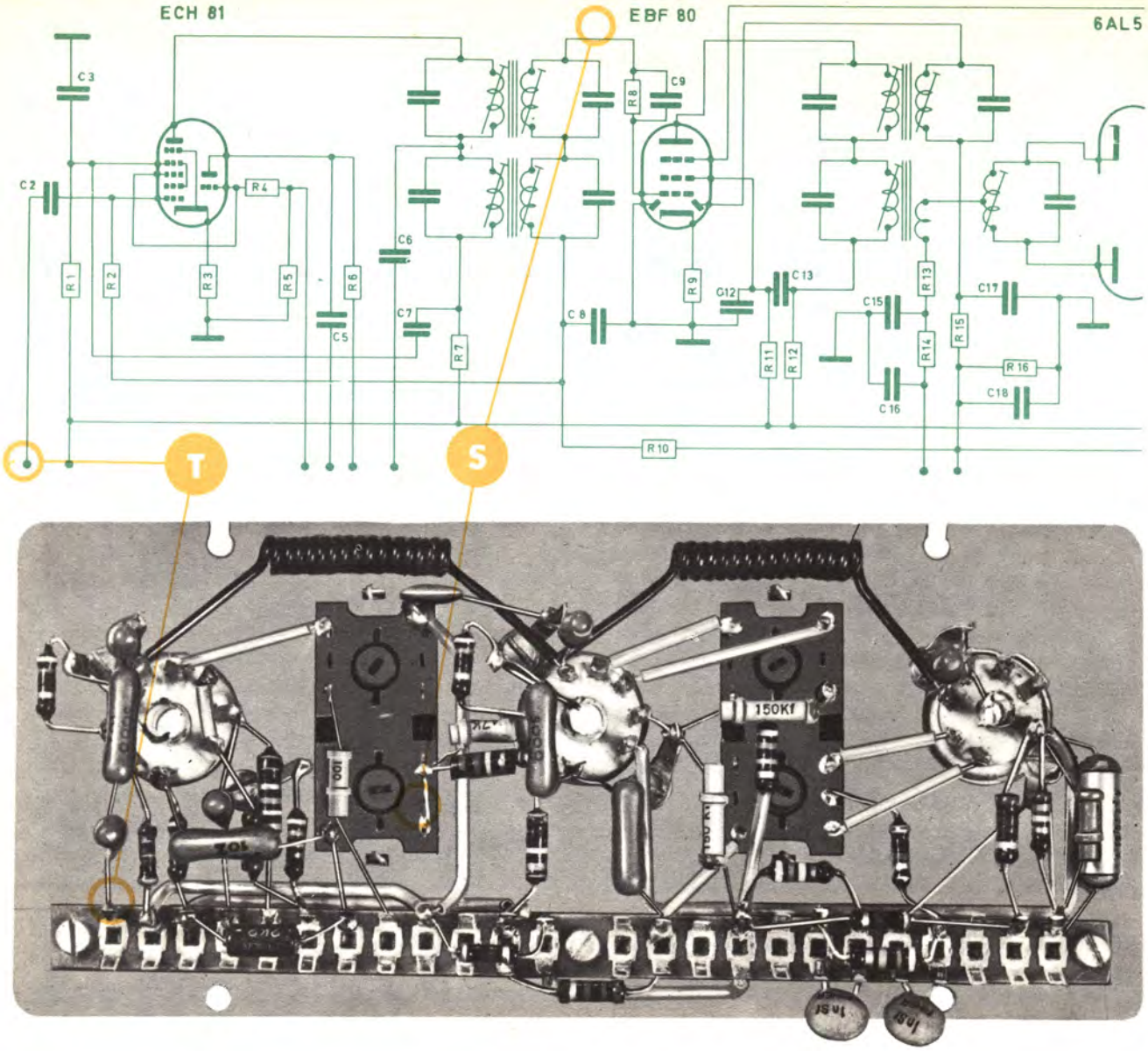
Durante el ajuste del amplificador de F.I. en AM debe cortocircuitarse la sección osciladora del tandem.

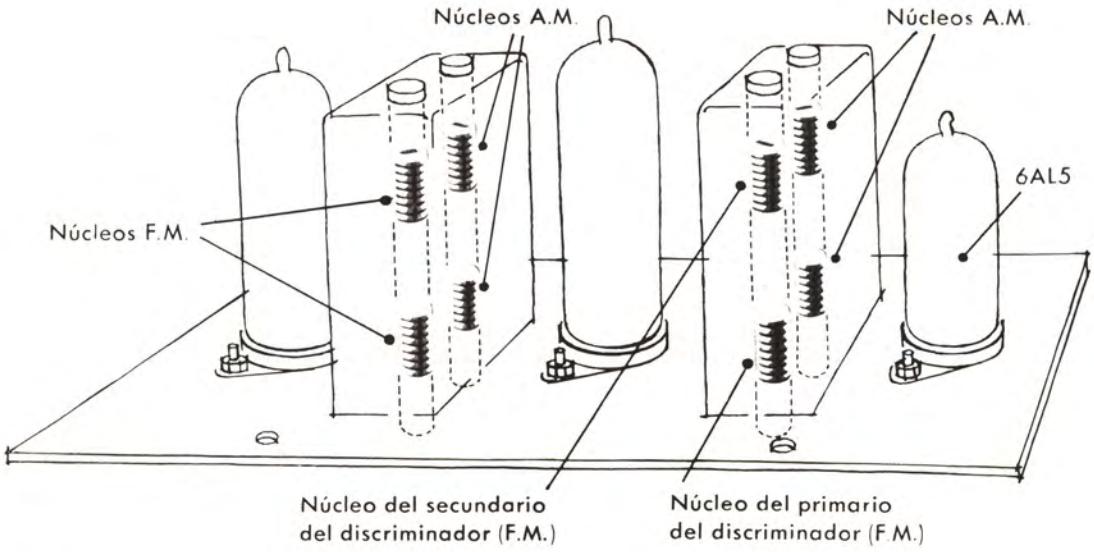
el calibrador hasta obtener la máxima señal en el altavoz.

A continuación se hará la misma operación en el núcleo del secundario.

Advertencia importante

PARA APRECIAR CON SEGURIDAD EL MÁXIMO VOLUMEN, QUE INDICA LA POSICIÓN CORRECTA DE LOS NÚ-


ECH 81
EBF 80
6AL5
C3
C2
R4
R1
R2
R3
R5
R6
C5
C6
C7
R7
R8
C9
C8
R9
C12
C13
R11
R12
C15
C16
R13
R14
R15
C17
R16
C18
R10
T
S
150Kf


Núcleos A.M.
Núcleos A.M.
6AL5
Núcleos F.M.
Núcleo del secundario
del discriminador (F.M.)
Núcleo del primario
del discriminador (F.M.)

CLEOS, CONVIENE TRABAJAR CON SEÑALES POCO INTENSAS; POR ELLO, SI EL VOLUMEN SONORO EMITIDO POR EL ALTAVOZ ES EXCESIVO, SE REBAJARÁ EL NIVEL DE LA SEÑAL QUE PRODUCE EL GENERADOR GIRANDO HACIA LA IZQUIERDA EL POTENCIÓMETRO MARCADO R.F.

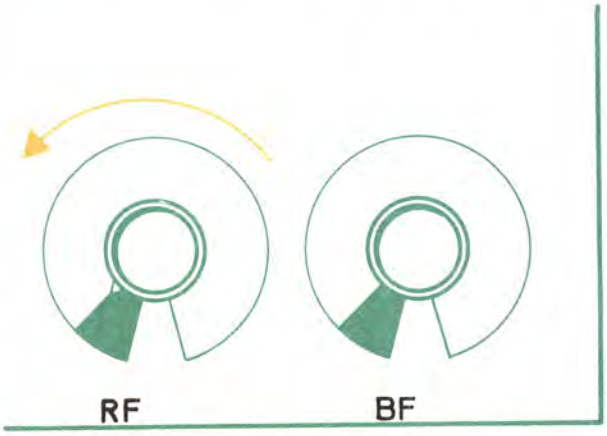
LO QUE NUNCA DEBE HACERSE ES UTILIZAR PARA ESE FIN EL POTENCIÓMETRO DE VOLUMEN DEL RECEPTOR. DE ESA FORMA EL AMPLIFICADOR DE F.I. TRABAJA SIEMPRE CON SEÑALES DÉBILES Y NO EXISTE PELIGRO DE SATURACIÓN.

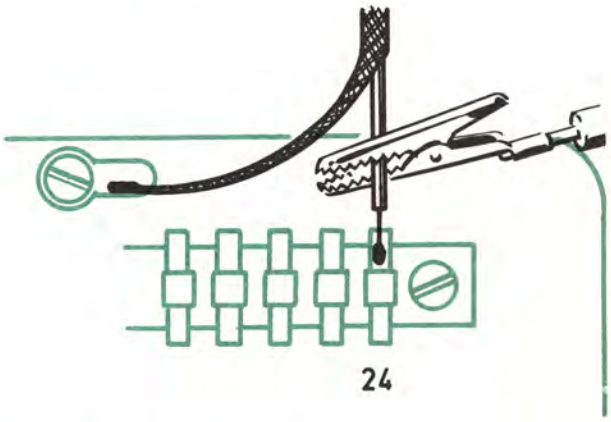
Una vez ajustados los núcleos del segundo transformador, aplicaremos la banana al punto T y repetiremos la misma operación con los núcleos del primer transformador.

Como en este punto es mayor la ganancia del receptor, deberemos reducir otra vez el nivel de la señal del generador. Incluso puede ocurrir que con el potenciómetro R.F. a cero siga siendo excesivo el nivel de señal. Entonces, en lugar de hacer contacto metálico en el punto T, la banana (provista de una pinza cocodrilo) se sujetará al macarrón que en este punto envuelve al conductor.

La señal quedará atenuada al atravesar la pequeña capacidad que existe entre la pinza y el conductor interno.

Antes de dar por acabado el ajuste del amplificador de F.I. en AM comprobaremos de nuevo la posición de los cuatro núcleos *siempre con la banana aplicada en el punto T.*





Durante los ajustes debe trabajarse con señales lo más débil posibles. Para ello cuando el nivel sea excesivo se rebajará girando hacia la izquierda el mando R.F. y si no es suficiente la señal se inyectará pinzando sobre el macarrón que envuelve al conductor en el punto T.

AJUSTE DEL AMPLIFICADOR DE F.I. EN FM

Dispondremos el receptor en las siguientes condiciones:

1. Potenciómetro de volumen: totalmente a la derecha.
2. Tecla pulsada: FM.

Dispondremos el generador de esta forma:

1. Potenciómetro B.F.: totalmente a la derecha.
2. Potenciómetro R.F.: totalmente a la derecha.
3. Selector de bandas: en la banda A.
4. Indice transparente: en la marca 10'7 Mc/s.

Procedimiento de ajuste

Vamos a explicar primero, la forma práctica de proceder para el ajuste de los diversos pasos del amplificador; luego indicaremos la justificación teórica de este proceder.

En primer lugar, aplicará la banana del cable de salida del generador al punto S y hará masa con la pinza en un punto cercano del chasis.

A continuación SACARÁ POR COMPLETO el núcleo correspondiente al secundario del discriminador, y ajustará el núcleo del primario de igual forma que en AM. Es decir: hasta obtener la máxima señal en el amplificador.

Aplicará ahora la banana al punto T y retocará la posición de los dos núcleos de FM del primer transformador de F.I. hasta conseguir la máxima señal en el altavoz.

Advertencia

DURANTE EL AJUSTE DE ESTE PASO PUEDE OCURRIR QUE AL BUSCAR EL PUNTO DE MÁXIMA SEÑAL EN EL ALTAVOZ, ÉSTA CESE REPENTINAMENTE, REEMPLAZADA POR UN FUERTE SOPLIDO.

ESTE FENÓMENO INDICA QUE EL AMPLIFICADOR ES INESTABLE Y QUE HA ENTRADO EN OSCILACIÓN. TAL OSCILACIÓN SATURA EL AMPLIFICADOR, LO QUE EXPLICA LA DESAPARICIÓN DEL PITIDO CORRESPONDIENTE A LA SEÑAL DE MODULACIÓN.

UN INDICIO CLARÍSIMO DE ESTE ESTADO DE OSCILACIÓN ES QUE SIMULTÁNEAMENTE A LA APARICIÓN DEL SOPLIDO LOS SECTORES LUMINOSOS DEL OJO MÁGICO SE ALARGAN EN FORMA EVIDENTE.

SI SU MONTAJE PRESENTA ESTE DEFECTO ES RECOMENDABLE QUE ELIMINE LAS RESISTENCIAS DEL CÁTODO DE LA EBF80 Y LA ECH81. NO ES NECESARIO PARA ELLO QUE LAS RETIRE DEL CIRCUITO; BASTA CON QUE CORTACIRCUITE LAS PATAS 3 Y 4 EN CADA UNO DE LOS ZÓCALOS.

TAMBIÉN PUEDEN SER CAUSA DE OSCILACIONES LAS SOLDADURAS A MASA DEFECTUOSAS. REPÁSELAS.

Conviene que, sin mover la banana del punto T, vuelva a retocar la posición del único núcleo que ha quedado en el segundo transformador de F.I.

Para ajustar el primer paso de F.I. en FM, es decir, el que está incluido en el sintonizador, aplicaremos la pinza de masa a la lengüeta que, en su parte posterior, lleva dicho sintonizador; y la banana (provista de una pinza cocodrilo) la fijaremos al pequeño bulbo de vidrio que remata la ECC85. Así la señal llegará a la rejilla del correspondiente triodo simplemente por capacidad.

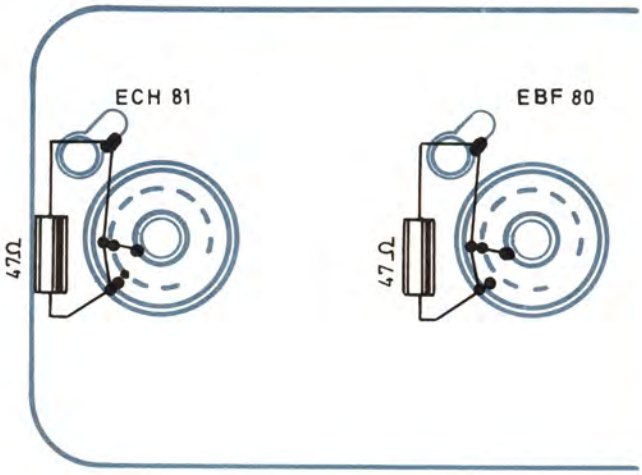
Retocaremos ahora la posición de los dos núcleos de F.I. hasta conseguir la máxima señal en el altavoz.

Conseguido esto, volveremos a introducir el núcleo correspondiente al secundario del discriminador y ajustaremos la posición HASTA QUE SE ANULE LA SEÑAL EN EL ALTAVOZ.

Con esto habrá quedado ajustado el amplificador de F.I. en FM.

Durante todas las operaciones es muy importante no mover para nada el índice transparente del generador, que hemos colocado al principio en la señal de 10'7 Mc/s.

Al iniciar el ajuste del amplificador de F.I. en FM debe extraerse el núcleo correspondiente al secundario del discriminador.



Si durante el ajuste en F M se presentan síntomas de oscilación se cortocircuitarán las resistencias de cátodo de la EBF80 y la ECH81.

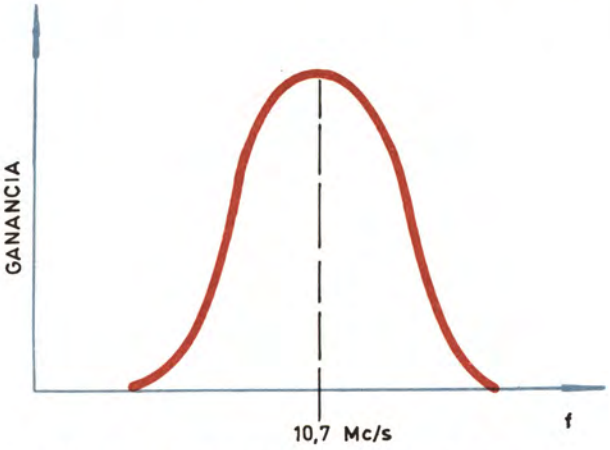
JUSTIFICACION DE ESTE PROCESO DE AJUSTE

De acuerdo con lo anterior todos los núcleos, *salvo el del secundario del discriminador*, se ajustan para UN MÁXIMO de señal en el altavoz. El núcleo del secundario, en cambio, se ajusta para UN MÍNIMO de señal. ¿Cuál es la razón de este proceder? Recuerde que hemos eliminado el núcleo

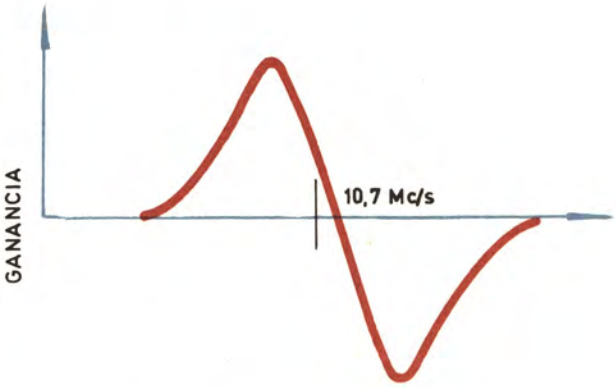
He aquí cómo debe disponerse el cable para inyectar la señal al primer paso del amplificador de F.I. en FM.

del secundario del discriminador, razón por la cual a la salida de la detección sólo encontramos la señal procedente del tercer devanado, puesto que el secundario, en estas condiciones, tiene una frecuencia de resonancia muy superior a los 10'7 Mc/s. y no da respuesta alguna. Por todo ello la curva de respuesta del amplificador de F.I. presenta un máximo para la señal de 10'7 Mc/s.

Por contra, al introducir y ajustar el núcleo del secundario del discriminador la curva de respuesta adopta la típica forma en S, dando una respuesta nula a la frecuencia de 10'7 Mc/s.; de ahí que cuando este núcleo está bien ajustado se anule el pitido en el altavoz.



La curva de respuesta del amplificador de F.I. en FM presenta un máximo a la frecuencia de 10'7 Mc/s cuando el núcleo del secundario del discriminador está fuera.



Ajustando el núcleo del secundario del discriminador la curva de respuesta del amplificador de F.I. en FM pasa por el valor 0 a la frecuencia de 10'7 Mc/s.

AJUSTE DEL PASO CONVERSOR EN AM

El objeto de este ajuste es conseguir buen *arrastre* en las diversas bandas de AM (repase la lección 29 si ha olvidado lo que significa este concepto), y además hacer que coincida la frecuencia de las señales sintonizadas con las indicaciones del cuadrante que incorporemos al receptor.

Ajuste de la banda NORMAL

Condiciones en el receptor:

1. Potenciómetro: totalmente a la derecha.
2. Tecla pulsada: NORMAL.
3. Eliminar el puente que en una operación anterior hemos efectuado entre la sección osciladora del tándem y masa.
4. Mover el mando de sintonía hasta que la aguja coincida con la señal 550 que aparece en el frontis del receptor.

Condiciones en el generador:

1. Los dos potenciómetros: hacia la derecha.
2. Selector de bandas: en C.
3. Indice transparente: sobre la marca 550.

Con la pinza del cable de salida del generador haremos masa en el chasis y aplicaremos la banana al terminal A de la plaquita A.T.

Retocaremos la posición del núcleo correspondiente a la *bobina osciladora NORMAL* (B.O.N.) hasta que el altavoz emita el consiguiente pitido.

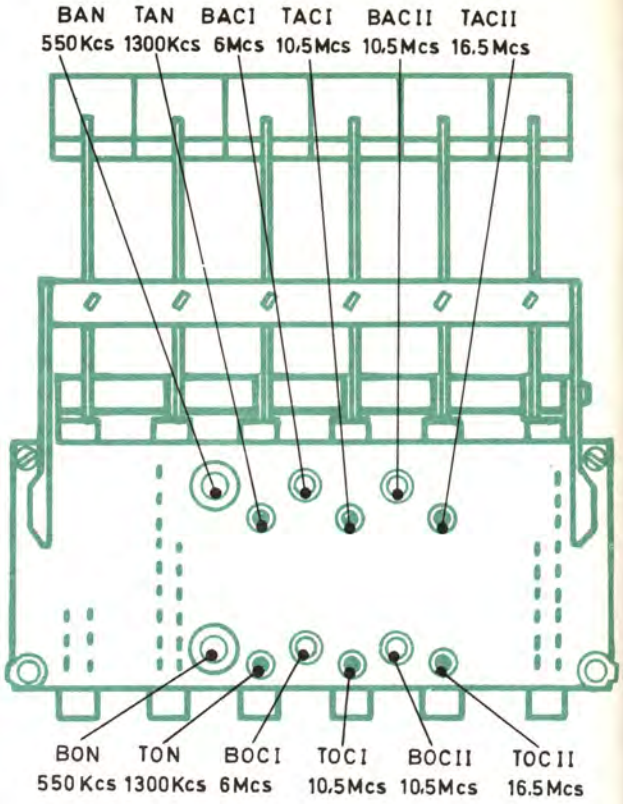
A renglón seguido retocaremos el núcleo de la *bobina de antena de NORMAL* (B.A.N.) hasta conseguir el máximo volumen en el altavoz.

Una vez conseguido esto, accionaremos el mando de sintonía del receptor hasta situar la aguja sobre la marca 1300 del frontis del receptor y llevaremos el índice transparente del generador sobre la marcación 1'3 de la banda C.

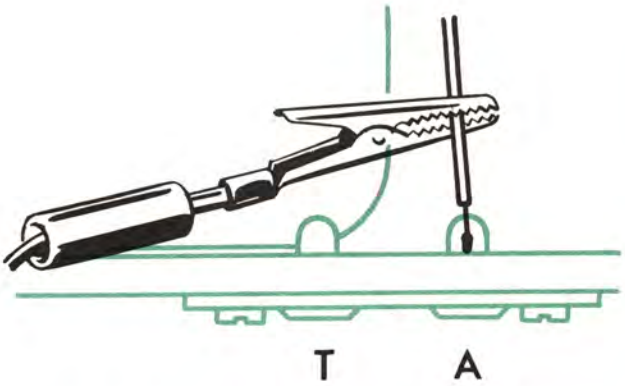
Así dispuestos los aparatos, ajustaremos con el calibrador el *trimmer del oscilador de NORMAL* (T.O.N.) hasta oír la señal en el altavoz, y acto seguido ajustaremos el *trimmer de antena NORMAL* (T.A.N.) hasta dar a esta señal el máximo volumen.

Con esto queda ajustada la banda NORMAL de nuestro receptor.

Repetimos de nuevo la recomendación de que procure trabajar con señales lo menos intensas que sea posible. Para ello, si el mando R.F. del generador no permite una atenuación suficiente, la señal se inyectará capacitivamente pinzando en el conductor de antena cubierto de macarrón, según hemos indicado antes.



Aquí quedan indicadas las frecuencias a que han de ajustarse los núcleos y trimmers de la botonera.



A fin de atenuar a la entrada de antena puede pinzarse sobre el macarrón del conductor correspondiente.

Ajuste de la banda CII

Para el ajuste de las bandas C II y C I se procede de una forma análoga a la que acabamos de indicar para el ajuste de la banda NORMAL.

Brevemente, he aquí el proceso a seguir:

1. Pulsar la tecla C II en la botonera.
2. Situar en B el selector de bandas del generador.
3. El índice del generador y la aguja del receptor, sobre la señal correspondiente a 10'5 Mc/s.
4. Ajustar el núcleo de B.O.C. II hasta que aparezca la señal, y retocar el B.A.C. II para reforzar al máximo esa señal.
5. Cambiar el selector del generador a la banda A.
6. Desplazar la aguja del receptor y el índice del generador sobre las respectivas señales 16'5Mc/s.
7. Ajustar el *trimmer* T.O.C. II hasta que aparezca la señal, y retocar el T.A.C. II hasta reforzar esa señal al máximo.

Ajuste de la banda C I

1. Pulsar la tecla C I de la botonera.
2. Situar en A el selector de bandas.
3. Situar el índice del generador y la aguja del receptor sobre las respectivas marcas 6 Mc/s.
4. Ajustar el núcleo de B.O.C. I hasta que aparezca la señal, y retocar el de B.A.C. I hasta reforzar esa señal al máximo.
5. Desplazar la aguja del receptor y el índice del generador hasta las respectivas marcaciones 10'5 Mc/s.
6. Ajustar el *trimmer* T.O.C. I hasta que aparezca la señal, y retocar el T.A.C. I hasta reforzar esa señal al máximo.

AJUSTE DEL PASO CONVERSOR EN FM

En nuestro caso, y en general, no es preciso realizar esta operación, dado que el fabricante lo suministra ya ajustado.

Puede usted observar cómo, en efecto, los núcleos correspondientes del sintonizador incluso están lacrados.

ALGUNAS CONSIDERACIONES

Hemos finalizado nuestra tarea en lo que se refiere al ajuste.

Para comprobarlo, conecte las antenas de AM y FM, pulse la tecla de la banda que prefiera y ¡empiece a sintonizar emisoras!

El buen resultado depende mucho del cuidado con que hayamos procedido, tanto en las operaciones de montaje como de ajuste.

Este último proceso, aunque sencillo, es laborioso; y es corriente que, por la gran cantidad de detalles que es preciso tener en cuenta, los principiantes yerren más de una vez.

Las dificultades, más aparentes que reales, derivan de la inexperiencia.

Es frecuente, por ejemplo, que al intentar ajustar una banda determinada se tenga pulsada la tecla que corresponde a otra... o que se haya equivocado la posición del selector en el generador.

También es posible que, por más vueltas y vueltas que se den a los núcleos, no aparezca señal en el altavoz y que, después de imaginar mil posibles averías, la causa sea simplemente que el botón del atenuador de R.F. esté vuelto hacia la izquierda.

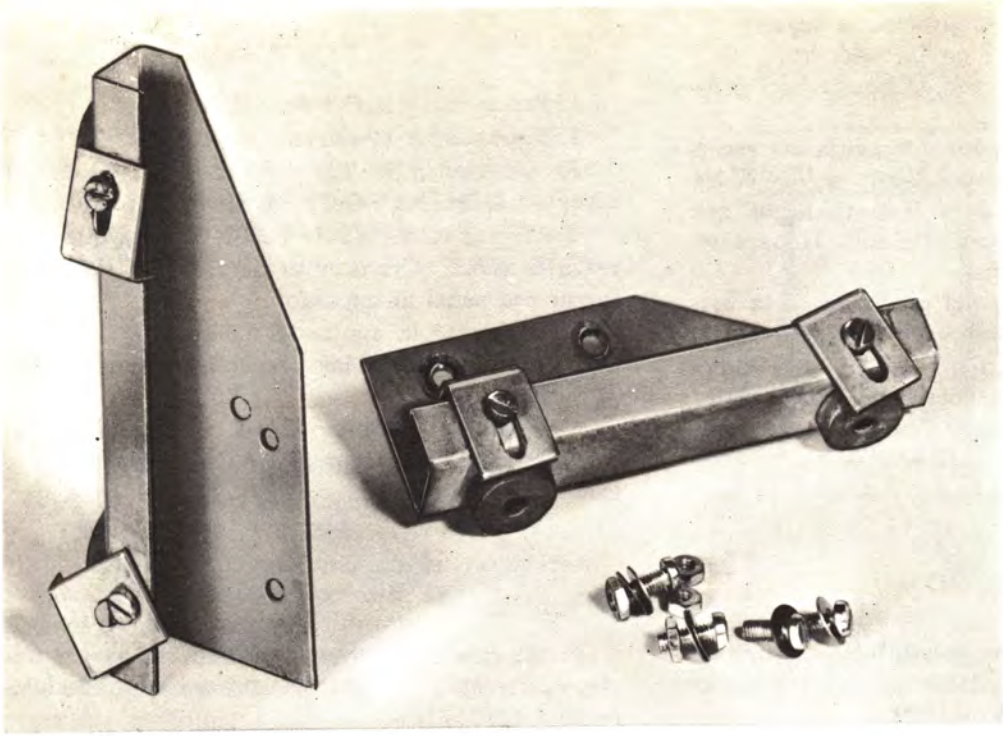
En no pocas ocasiones, al intentar ajustar el amplificador de F.I. en FM se confunden los núcleos, accionando los que corresponden al canal de AM (previamente ajustado), con lo cual se hace preciso repetir un trabajo que ya se había efectuado.

En fin; incidentes de este tipo se dan con frecuencia durante los primeros pasos en estas actividades. Pero nadie debe desanimar por ello, si considera que son cosas que ocurren a cualquiera.

INCORPORACION DEL CUADRANTE Y MONTAJE DEFINITIVO DE LOS ALTAVOCES

Una vez finalizado el ajuste completaremos nuestro receptor con un cuadrante: un cristal en el que aparecen grabadas las diversas bandas que sintoniza el receptor y las indicaciones de la función de cada uno de los mandos del receptor.

Si el receptor ha sido bien ajustado las frecuencias que sintoniza coinciden con las marcas que la aguja indica sobre el dial: algunas de esas marcas estaban traspuestas sobre el panel posterior y las hemos utilizado como referencia.



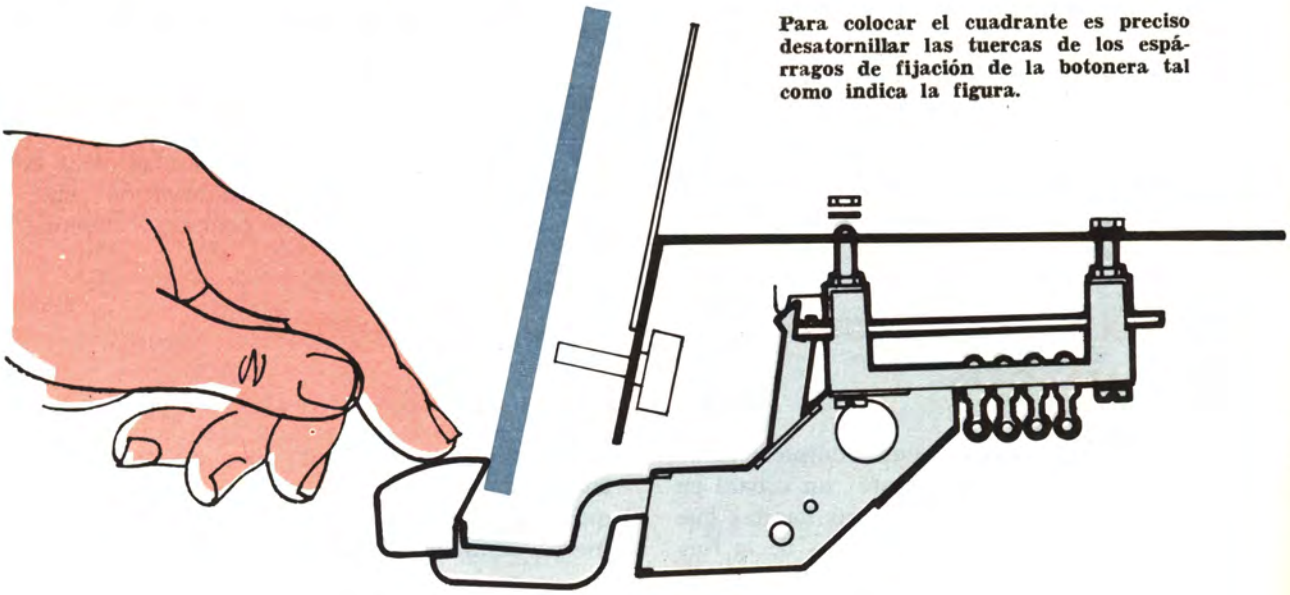
Piezas utilizadas para fijar el cuadrante

El cuadrante se sujeta mediante dos piezas metálicas que se atornillan a las ranuras laterales del chasis, preparadas al efecto. Estas ranuras sirven para regular la posición definitiva de las piezas metálicas para que el cristal que soportan quede paralelo al panel frontal del chasis. Entre ambos planos paralelos debe quedar suficiente espacio para que pueda deslizarse la aguja indicadora.

Al intentar la colocación del cuadrante se tropezará con la dificultad de que las teclas de la botonera representan un obstáculo.

Para efectuar con comodidad el trabajo, se quitarán las tuercas de los espárragos que fijan la botonera por su parte anterior y se aflojarán las correspondientes a los espárragos posteriores. De esta forma pueden desplazarse las teclas hacia abajo y se introduce el vidrio con facilidad.

Una vez que el vidrio ha quedado en posición definitiva se atornillará de nuevo la botonera;



Para colocar el cuadrante es preciso desatornillar las tuercas de los espárragos de fijación de la botonera tal como indica la figura.

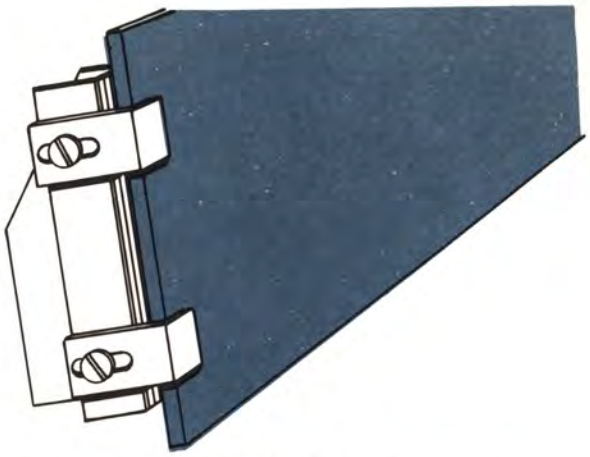
pero desplazándola hacia atrás para evitar que haya una distancia excesiva entre las teclas y el cuadrante.

Colocaremos el correspondiente botón en cada eje y el receptor queda definitivamente terminado.

En cuanto a los altavoces, a fin de aprovechar al máximo la calidad del receptor, añadiremos al de cuatro pulgadas otro de ocho, con lo que se obtiene una mejor reproducción de las notas graves. Será este altavoz de ocho pulgadas el que cargará directamente al transformador de salida; el de cuatro se conectará a través de un condensador para que únicamente reproduzca los agudos.

Es de advertir que la mejora que representa el uso de dos altavoces no se pone de manifiesto si no están encerrados en una caja acústica o *baffle*.

Evidentemente, también es conveniente encerrar el receptor en alguna caja adecuada, sea metálica o de madera. Una solución cómoda y elegante puede ser acoplarlo a uno de los departamento de un mueble biblioteca. En todo caso la solución que se dé a este problema es cuestión de gusto personal.



El cristal queda sujeto a sus asientos mediante cuatro pequeñas escuadras.

Entre el altavoz de ocho pulgadas y el de cuatro intercalará un condensador electrolítico doble 10 + 10 μF. Los dos condensadores tienen el negativo común (la envoltura).

Fotografía del conjunto.

Esta es la última lección de nuestro Método, que dedicamos al estudio teóricopráctico de la radio en su concepción tradicional, o sea, *con válvulas*.

A través de treinta y siete lecciones, estudiadas con voluntad y quizás con verdadero espíritu de sacrificio, se ha convertido usted en un técnico en radio con una amplia formación. Deseamos que la categoría alcanzada sea para usted la puerta que le abra el camino del éxito y un poderoso estímulo que le empuje hacia nuevos estudios en el campo de la electrónica.

* * * * *

Este libro
se terminó de imprimir
el día 22 de Enero de 1980

© MYC

Manuel Kurtulo